ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 NOVEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le Tome XLVIII des *Mémoires de l'Académie* est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les composés alcalins insolubles contenus dans les tissus végétaux vivants;* par M. Berthelot.

PREMIÈRE PARTIE. — Expériences sur les Graminées.

J'ai poursuivi mes recherches sur l'existence et sur le rôle des composés alcalins insolubles contenus ou formés par les substances végétales; recherches dont j'ai publié les premiers résultats, concernant les substances humiques, dans la séance de l'Académie du 4 septembre 1905.

Mes nouvelles expériences ont porté d'une part sur des végétaux vivants appartenant à des familles très différentes, Graminées annuelles et chêne, et, d'autre part, sur les produits ultimes de la décomposition pyrogénée des végétaux, tels que le charbon de bois.

Je vais parler aujourd'hui des Graminées. J'ai opéré sur le foin obtenu par un mélange de diverses espèces de *Festuca*, tiges et feuilles, substance qui a déjà été l'objet de beaucoup d'études de ma part.

La méthode que j'ai suivie étant la même que dans les essais publiés le 4 septembre, il suffira de la rappeler brièvement.

I. — *État initial.*

J'ai déterminé la composition de la matière première (foin récolté le 24 août 1905), en eau et matière fixe à 110°; puis j'ai passé la matière sèche au moulin et j'en ai déterminé la portion soluble dans l'eau, par macération de 4 heures à 80° suivie d'un épuisement à froid, et la partie insoluble.

Un échantillon de chacune de ces matières a été analysé complètement, de façon à déterminer d'abord le poids relatif de la matière organique et celui des cendres; puis les doses de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène, d'une part; celles de la potasse, de la chaux, de la silice, etc., de l'autre. Voici les résultats observés :

100 grammes de matière ont perdu à l'étuve, à 110° : 67g,84.

Les 32g,16 de matière fixe, pesée dans les conditions ordinaires, ont été séparés par l'action de l'eau, avec épuisement, en partie soluble et partie insoluble : soit, pour 100 parties, 72,2 portions insolubles et 27,8 portions solubles.

Matière soluble. — L'incinération de 100 grammes de la portion *soluble* a fourni

Matière organique	81,1	100
Cendres	18,9	

Soit, pour 100 parties de la matière organique : 23,3 de cendres.

La matière organique renfermait :

C	49,44
H	6,65
Az	2,20
O, etc	41,71
	100,00

Les cendres :

K^2O	5,95
CaO	2,56
SiO^2	5,38
Alumine, acide phosphorique, et analogues.	0,76
	14,65
Acide carbonique, composés divers et perte	8,65

Matière insoluble. — L'incinération de 100 grammes de la portion *insoluble* dans l'eau a fourni

Matière organique	95,94	100
Cendres	4,06	

Soit, pour 100 parties de la matière organique : 4,21 de cendres.

La matière organique ci-dessus renfermait :

C	49,51
H	6,31
Az	2,21
O, etc.	41,97
	100,00

Les cendres :

K^2O	0,13
CaO	0,62
SiO^2	2,31
Alumine, acide phosphorique, etc.	0,41
	3,47
Acide carbonique, composés divers et perte	0,74

On remarquera en premier lieu que la partie soluble contient la majeure partie des composés minéraux : non seulement, comme on devait s'y attendre, pour la potasse, mais aussi pour la chaux et la silice. Cependant il existait dans la plante une dose notable de potasse, engagée dans un composé insoluble dans l'eau : près de 2 centièmes de la potasse totale.

En second lieu, et ceci est très digne d'intérêt, la composition centésimale de la matière organique insoluble a été trouvée la même sensiblement que celle de la matière soluble.

Cette composition répond à peu près aux rapports empiriques suivants :

$$C^{24}(H^2O)^{15}H^7Az.$$

Il convient d'observer que, dans la partie soluble, cette matière organique est combinée avec des doses d'alcali beaucoup plus fortes que dans la partie insoluble.

II. — *Doubles décompositions salines.*

J'ai pesé plusieurs échantillons de 10^g de la matière insoluble, séchée à 110°, et j'ai fait digérer chacun de ces échantillons :

1° Avec une solution d'acétate de potasse (5^g dissous dans 50^{cm^3} de liqueur et additionnés de 200^g d'eau : à froid d'une part; à chaud (80°) d'autre part.

On a séparé ensuite la partie soluble de la partie insoluble bien épuisée et on les a analysées.

2° Avec une solution d'acétate de chaux (4^g environ dans 50^{cm^3} de liqueur, plus 200^{cm^3} d'eau). A froid et à chaud, on a opéré de même.

Voici le Tableau des résultats obtenus par l'analyse des produits, les-

quels indiquent la répartition finale des deux bases : potasse et chaux. Je rappellerai qu'ils ont été obtenus après lixiviation prolongée par l'eau des matières insolubles.

Acétate de potasse.

État initial.		Macération à froid.	Macération à chaud (80°).
Solution saline	2,50	2,46	2,44
Matière insoluble	0,12	0,19	0,175
K^2O	2,62	2,65	2,615
Solution saline	0,00	0,24	0,25
Matière insoluble	0,75	0,51	0,50
CaO	0,75	0,75	0,75

Acétate de chaux.

État initial.			
Solution saline	0,00	0,082	0,084
Matière insoluble	0,12	0,032	0,027
K^2O	0,12	0,114	0,111
Solution saline	2,84	2,78	2,78
Matière insoluble	0,75	0,78	0,79
CaO	3,59	3,56	3,57

D'après ces chiffres, les macérations, soit à froid, soit à 80°, ont fourni à peu près les mêmes résultats et équilibres.

En présence de l'acétate de potasse, la matière organique insoluble a fixé une dose de potasse excédante, égale environ à la moitié de celle qu'elle contenait d'abord. Mais en même temps un tiers de la chaux de la matière insoluble est entré en dissolution; dose fort supérieure à l'équivalent de la potasse fixée.

Il semble donc qu'en présence de l'excès de potasse apporté par l'acétate de cette base, l'acide organique insoluble contenu dans la plante ait formé un sel double soluble de potasse et de chaux.

Réciproquement, en présence d'un excès de chaux, apporté par l'acétate, la matière organique insoluble a perdu, au contraire, près des trois quarts de sa potasse; tandis qu'elle fixait une dose de chaux à peu près équiva-

lente à la potasse déplacée. Les deux phénomènes sont évidemment corrélatifs.

Des faits analogues d'équilibre ont été observés avec les feuilles mortes (*Comptes rendus*, p. 440, 441, 442).

Leur caractère exceptionnel est surtout frappant en ce qui touche la fixation de la potasse : les sels de potasse formés par presque tous les acides connus possédant une solubilité dans l'eau assez sensible pour ne pas leur permettre de résister aux opérations de lixiviation, employées dans mes expériences.

Parmi les sels de chaux, au contraire, il en est beaucoup, tels que l'oxalate de chaux, dont l'insolubilité à peu près absolue permet d'expliquer leur persistance dans les matières végétales et, par contre-coup, leur intervention dans la formation de certaines doubles décompositions et dans les phénomènes d'équilibre.

En résumé, les résultats observés dans la présente Note sont analogues, avec des valeurs numériques un peu différentes, à ceux que j'ai observés sur les matières humiques végétales. Ils attestent de même le déplacement partiel des alcalis unis à l'acide acétique, par les acides insolubles contenus dans la matière végétale, et ils prouvent l'existence d'équilibres particuliers correspondant à ce déplacement.

Avec les acides plus forts, tels que l'acide chlorhydrique d'après mes observations, les effets analogues sont presque insensibles : ce qui s'explique, si l'on observe que la potasse des sels organiques insolubles étudiés dans ma Note sur les acides humiques et dans la présente Note est transformée à peu près complètement en sels solubles par l'acide chlorhydrique étendu.

En tous cas, l'existence de sels insolubles de potasse dans les plantes et les équilibres correspondants constituent des faits essentiels, au point de vue de la nutrition des végétaux, et de la fixation des alcalis empruntés à la terre et aux engrais.

J'y reviendrai bientôt avec des détails plus circonstanciés, en exposant mes expériences sur les feuilles vertes du chêne.

DEUXIÈME PARTIE. — Expériences sur le charbon de bois.

I. — *État initial.*

On a pris un échantillon de charbon de bois, aussi homogène et aussi bien préparé que possible, non mêlé de produits bruns ou incomplètement chauffés; on l'a broyé, tamisé; puis lavé, par macération et décantation, avec de l'eau distillée bouillante, laquelle a été jetée sur un filtre, et, lessivé le produit jusqu'à ce que le liquide filtré ne laissât plus aucun résidu par évaporation sur une lame de platine. Le poids de l'eau employée par ces additions successives s'est élevé à 75 fois celui du produit final, lequel pesait 314^{g}.

D'après analyse, ce produit final a donné :

Pour 100^{g} de matière organique : 1^{g},61 de cendres. Celle-ci contenait :

	g		
SiO^2	0,083	soit	5,15
CaO	0,679	»	42,20
K^2O	0,156	»	9,71
	0,818	»	57,06
Autres matières (fer, alumine, acides minéraux, etc.)	0,792	»	42,94
	1,61	»	100,00

II. — *Action de l'acide chlorhydrique étendu.*

On a traité 10^{g} de charbon de bois (séché à 110°) par 100$^{cm^3}$ d'une liqueur renfermant 0^{g},9125 d'acide chlorhydrique, et cela de deux manières, savoir :

1° Par macération rapide à froid, suivie de filtration et lavages jusqu'à épuisement;

2° Par réaction du même acide au bain-marie, à 100° en vase clos, pendant 1 heure, et épuisement semblable à froid.

On a ainsi obtenu une portion soluble et un résidu insoluble.

On a séché ce dernier à 110°; on l'a pesé, incinéré et l'on a analysé les cendres. Ces opérations ont fourni pour 10^{g} initiaux :

	A froid.	A chaud.
Résidu insoluble séché à 110°	9^{g},86	9^{g},82
Cendres	1^{g},60	»

Ces dernières contenaient, pour 100 parties de matière organique totale :

	A froid.	A chaud.
SiO^2	0g,085	0g,084
K^2O	0,0276	0,018
CaO	0,200	0,004

Il y a, en outre, du fer, de l'alumine, des acides minéraux, etc.

La dose de silice est sensiblement la même; mais les doses de potasse et de chaux sont plus fortes dans la matière traitée à froid que dans la matière traitée à chaud, ainsi qu'on devait s'y attendre.

Les doses d'alcali entrées en dissolution, calculées par différence avec l'analyse du produit primitif, seraient :

	A froid.	A chaud.
K^2O	0g,128	0g,138
CaO	0g,479	0g,675

On remarquera que le traitement chlorhydrique a enlevé à peu près toute la chaux, résultat analogue à celui observable sur la terre arable. Tandis qu'il est resté sous forme insoluble 18 centièmes, ou un sixième de la potasse, à froid; 12 centièmes, ou un neuvième, à chaud.

La présence dans le charbon de bois de sels de potasse insolubles, non seulement dans l'eau qui en avait laissé dans cet état 0g,156, mais même dans l'acide chlorhydrique étendu et chaud, est ainsi contrôlée. Elle ne résulte pas d'un lavage incomplet, lequel aurait respecté proportionnellement la chaux. La dose de potasse insoluble est d'ailleurs trop considérable pour être attribuée, du moins en totalité, à la présence de la proportion de silice trouvée dans l'analyse.

Il est établi par ces observations que le charbon de bois contient des acides particuliers, formant des sels de potasse insolubles, analogues à ceux qui existent dans les matières humiques et dans les matières végétales vivantes : acides plus énergiques même, puisqu'ils résistent en partie à l'action des acides minéraux forts, tels que l'acide chlorhydrique.

III. — *Doubles décompositions salines.*

Venons aux expériences de double décomposition saline, réalisées avec l'acétate de potasse et avec l'acétate de chaux.

On a pris 20g du charbon de bois précédent, bien lavé à l'acide chlorhydrique étendu, épuisé par l'eau, puis séché à 110°. On les a mis dans un

ballon avec 10^{cm^3} d'une solution d'acétate de potasse contenant $0^g,994$ de ce sel, en ajoutant 200^{cm^3} d'eau distillée. Après macération à froid pendant 48 heures, on a filtré et lavé par lixiviation, jusqu'à absence de résidu sensible, par évaporation de la liqueur sur une lame de platine. On a séché à 110° la matière insoluble et l'on a analysé, d'une part, la liqueur filtrée et, d'autre part, le résidu insoluble, après incinération.

Les mêmes opérations ont été exécutées, d'autre part, après macération à chaud : 6 heures à 100°, en vase clos.

Enfin, on a exécuté les mêmes opérations avec l'acétate de chaux : 20^{cm^3} renfermant $0^g,88$ de ce sel.

Voici le résumé des résultats observés : rapportés à 100^g de la matière organique du charbon de bois séché à 110°.

Acétate de potasse.

État initial.

SiO^2	0,082 (insoluble)
K^2O	0,156 + 2,407 = 2,563
CaO	0,679

État final.	A froid.	A chaud.
SiO^2	0,082 (insoluble)	0,084 (insoluble)
K^2O dissoute	2,214	2,225
K^2O insoluble	0,238	0,180
	2,452	2,405
CaO dissoute	0,036	0,033
CaO insoluble	0,657	0,669
	0,693	0,702

Acétate de chaux.

État initial.

SiO^2	0,082
K^2O	0,156
CaO	0,679 + 1,414 = 2,093

État final.	A froid.	A chaud.
SiO^2	0,084 (insoluble)	0,085 (insoluble)
K^2O dissoute	0,0424	0,086
K^2O insoluble	0,1192	0,069
	0,1616	0,155
CaO dissoute	1,387	1,308
CaO insoluble	0,719	0,823
	2,106	2,131

Tous les résultats mesurés ont été reproduits dans ces Tableaux; sans chercher à rectifier les petits écarts ou erreurs, inévitables dans une si longue série de déterminations. Les conclusions que ces résultats ont permis d'en tirer, même dans cette limite, ne sont pas équivoques.

En premier lieu, la silice se retrouve avec le même poids sensiblement : toujours insoluble, et sans qu'elle ait fixé de chaux ou de potasse, non éliminable par les traitements analytiques ordinaires.

Avec l'acétate de potasse, la dose de potasse insoluble augmente de moitié à froid; notablement moins à chaud, quoique toujours notablement. La présence de l'acétate de potasse solubilise d'ailleurs une portion de la chaux.

Avec l'acétate de chaux, une partie de la potasse insoluble entre au contraire en dissolution; tandis qu'une fraction de la chaux acquiert l'état insoluble.

Ces phénomènes divers et l'opposition entre les effets produits par la réaction de l'acétate de potasse et par celle de l'acétate de chaux, observables soit avec les feuilles fraîches, soit avec les matières humiques, soit avec le charbon de bois, sont conformes aux prévisions qui résultent de la Mécanique chimique et des lois générales de l'équilibre, telles que je les ai constatées par l'étude des éthers, et telles qu'elles sont reconnues applicables aux doubles décompositions salines, entre sels solubles et sels insolubles.

Les résultats généraux qui viennent d'être exposés sont analogues à ceux observés avec les feuilles mortes et avec le foin vivant. Ils tendent à établir quelque analogie de constitution entre les acides insolubles et polymérisés, renfermés soit dans les végétaux frais, soit dans les matières humiques, soit enfin dans les produits charbonneux qui en dérivent. En fait, les acides contenus dans le charbon de bois sont d'ailleurs plus énergiques; car ils forment des sels potassiques susceptibles de résister d'une façon plus marquée à l'action de l'acide chlorhydrique. Mais les caractères généraux des équilibres sont analogues.

J'avais pensé à étendre ces études à la houille et à son dérivé pyrogéné, le coke; mais j'ai dû y renoncer, en rencontrant des conditions et des difficultés spéciales, telles que : les doses considérables de silice, de silicates et parfois de pyrite, contenues dans ces matières, tous composés suscep-

tibles d'intervenir dans les équilibres. En outre, la nature bitumineuse de la houille empêche un contact exact entre cette substance, si imparfaitement pulvérisable, et les dissolutions aqueuses des sels alcalins.

D'autre part, le coke renferme des substances frittées, agrégées par une fusion partielle et protégées par un vernis de silicates et aluminates fondus, qui les imprègne; toutes circonstances qui en ont profondément modifié la cohésion. Leur constitution chimique les rapprocherait plutôt de certains alliages. En tout cas, elle n'est pas assimilable à la constitution saline et elle ne se prête plus ni en fait, ni en théorie aux mêmes équilibres et substitutions.

Au contraire, le charbon de bois retient encore quelque chose de la structure et des affinités chimiques des principes contenus dans les êtres organisés dont il dérive. En fait, on a vu qu'il se prête, suivant une certaine mesure, à des substitutions et équilibres salins du même ordre.

Je poursuis sur les végétaux vivants ces recherches, dont l'importance, soit pour la mécanique chimique, soit et surtout pour la physiologie végétale et la nutrition des plantes au moyen du sol et des engrais, n'échappera à personne.

ZOOLOGIE. — *Sur les Thalassinidés recueillis par le* Blake *dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique.* Note de **M. E.-L. Bouvier.**

Les Crustacés fouisseurs du groupe des Thalassinidés occupent une place importante dans les collections abyssales recueillies par le *Blake* dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique. Ils sont presque tous nouveaux pour la Science et se répartissent fort inégalement entre les deux familles principales du groupe, la famille des Axiidés ne comptant pas moins de huit espèces dans cette récolte, tandis que celle des Callianassidés n'en comprend qu'une seule.

Axiidés. — Dans cette famille, la prépondérance appartient largement au sous-genre *Eiconaxius*, tant par le nombre des espèces que par la multiplicité des individus. Ce genre était constitué jusqu'ici par quatre espèces, toutes localisées dans la région indo-pacifique; il acquiert du coup une importance plus que double, car la collection ne comprend pas moins de quatre espèces et d'une variété nouvelles, presque toutes représentées par un assez grand nombre d'individus.

Je crois utile de résumer dans le Tableau suivant les caractères essentiels de ces diverses formes :

<table>
<tr><td rowspan="3">Rostre spatuliforme, largement obtus au sommet, à bords et à carène dorsale inermes.</td><td colspan="2">La carène rostrale se prolonge et s'élargit sur la région gastrique; pinces antérieures subégales et assez semblables, arrondies en dessus, à doigt immobile sans dents prédominantes; pinces de la paire suivante à peine plus longues que le carpe; épimères abdominaux largement obtus..</td><td>Borradailei n. sp.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">La carène rostrale ne se prolonge pas sur la région gastrique; pinces antérieures fort différentes, les doigts des plus fortes ayant au plus le tiers de la longueur de l'organe et ceux des plus faibles les deux tiers; le bord supérieur du propodite des deux pinces est un peu caréné en dessus.</td><td>L'index de la forte pince présente un long tubercule, les pinces de la paire suivante sont à peine plus longues que le carpe, épimères abdominaux 2 et 3 en pointe aiguë......</td><td>rotundifrons n. sp.</td></tr>
<tr><td>L'index de la forte pince a des dents subégales, les pinces de la paire suivante sont notablement plus longues que le carpe, épimères abdominaux 2 et 3 en pointe courte et obtuse..........................</td><td>communis n. sp.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Rostre triangulaire, aigu ou subaigu, plus rétréci vers la pointe, ordinairement denticulé sur les bords, carène rostrale sans prolongement gastrique; pinces antérieures fort différentes, les doigts des plus faibles ayant au moins les deux tiers de la longueur de l'organe, les deux pinces étant d'ailleurs fortement carénées en dessus; pinces de la paire suivante un peu plus longues que le carpe.</td><td colspan="2">Carène rostrale inerme; doigts des fortes pinces ayant au plus le tiers de la longueur de l'organe, un tubercule long et terminé par une dent sur l'index, avec une échancrure correspondante sur le pouce; doigts de la paire suivante égalant le tiers de la longueur de la pince; épimères abdominaux 2 et 3 en pointe aiguë...</td><td>Agassizi n. sp.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Carène rostrale denticulée; doigts des fortes pinces vaguement dentés et mesurant au moins la moitié de la longueur de l'organe; doigts de la paire suivante n'égalant pas le tiers de la longueur de la pince; épimères abdominaux 2 et 3 en pointe courte et peu aiguë...................</td><td>crista-galli Faxon.
Var. antillensis n. var.</td></tr>
</table>

Par leur rostre spatuliforme et obtus, les trois premières espèces constituent un groupe à facies propre bien caractérisé; quant aux deux autres, elles présentent des affinités manifestes avec l'*E. acutifrons* S. B. et l'*E. crista-galli* qui furent toutes deux capturées par l'*Albatros* dans le Pacifique oriental; d'ailleurs, s'il convient de considérer l'*E. Agassizi* comme une espèce distincte de l'*acutifrons* à cause de son rostre large et de ses pinces à doigts courts, la seconde forme me paraît être une simple variété locale de l'*E. crista-galli,* variété qui se distingue par les denticules marginaux de son rostre et la transformation en épine du tubercule qui se trouve à

la base du doigt immobile sur la petite patte antérieure. J'ajoute que les quatre premières espèces sont représentées par de nombreux individus et que deux d'entre elles au moins, l'*E. rotundifrons* et l'*E. Agassizi*, peuvent prendre gîte dans les cavités aquifères des Éponges siliceuses.

Les autres espèces de la famille sont rares et ne comptent pas plus d'un représentant dans la collection, mais toutes contribuent à enrichir singulièrement nos connaissances sur le groupe des Thalassinidés.

Voici d'abord un *Axiopsis* que je désignerai sous le nom de *longipes* à cause de la longueur remarquable de ses pinces antérieures. Cette espèce se rapproche beaucoup de l'*A. inæqualis* Rathb. capturé par 300^{m} dans les parages de Porto-Rico; mais elle a des pédoncules oculaires courts, une cornée fort large, des pinces très longues, et, sur la région gastrique, deux rangées longitudinales de trois fortes épines, ce qui la distingue fort nettement de sa congénère. Il est à remarquer que les *Axiopsis* habitent ordinairement la zone sublittorale, mais qu'ils deviennent parfois subabyssaux dans la mer des Antilles où ils sont représentés par les deux espèces précédentes et par l'*A. defensus* Rathb. Cette dernière espèce fut trouvée à 15^{m} de profondeur près de Porto-Rico, tandis que l'*A. longipes* habite les fonds de 200^{m} aux Barbades.

Sous le nom de *Metaxius*, je crois devoir établir un nouveau genre pour une forme très spéciale capturée à Santa-Cruz par 115 brasses de profondeur. Cette forme se rapproche évidemment beaucoup des *Paraxius*, mais elle s'en distingue par ses yeux non décolorés, et par ses maxillipèdes postérieurs dont le propodite est dilaté en une large lame suivie d'un doigt court et étroit. Malgré leur pigmentation noire fort intense, les yeux sont très réduits et occupent la pointe de pédoncules oculaires en forme de cône, d'où le nom de *Metaxius microps* que j'attribue à la nouvelle espèce. Ainsi, le groupe des Thalassinidés subabyssaux nous montre les deux processus au moyen desquels s'atrophie l'organe de vision dans les profondeurs : par dépigmentation de la cornée comme dans les *Eiconaxius* et les *Paraxius*, par une réduction excessive de l'organe visuel comme dans la forme qui nous occupe. Le *M. microps* a un rostre triangulaire et aigu nettement caréné sur sa face dorsale, une pince gauche dont les doigts sont inermes, croisés et plus courts que la portion palmaire, des épimères abdominaux obtus et un telson aussi large qu'allongé.

Le genre *Calocaris* est également représenté dans la mer des Antilles, mais par une forme très anormale où la carène typique fait totalement défaut en arrière de la suture cervicale, comme dans les *Axiopsis*. En raison

de ce caractère spécial, je désignerai la forme nouvelle sous le nom de *C. aberrans*. Ce Thalassinidé fut pris par le *Blake* aux environs de Sainte-Lucie, à 422 brasses de profondeur; il est complètement aveugle, avec des pédoncules oculaires larges et aplatis en avant, qui dépassent à peine le bord antérieur de la carapace; le rostre, triangulaire et étroit, porte trois paires d'épines sur ses bords qui se continuent sur la carapace par une courte carène armée elle-même d'une forte dent aiguë; les pédoncules antérieurs sont dépourvus d'épine, mais présentent un petit acicule styliforme; les épimères abdominaux sont larges et ressemblent totalement à ceux des *Axiopsis*. Cette forme intéressante tient à la fois des *Calocaris* et des *Axiopsis;* on sait du reste que le premier de ces genres n'était représenté jusqu'ici que par deux espèces : le *C. Macandreæ* Bell, qui se trouve en Europe et dans les Indes, et le *C. Alcocki* Mc Ardle, qui paraît propre à cette dernière région.

Callianassidés. — Le dernier représentant de la collection est une Callianasse du sous-genre *Callichirus* et très probablement le *C. marginatus* signalé par Mlle Mary Rathbun dans les eaux de Porto-Rico. L'unique spécimen de cette forme fut capturé aux Barbades par 90 brasses de profondeur; il n'a plus que sa pince droite qui est très grande, avec des doigts croisés beaucoup plus longs que la portion palmaire.

En résumé, le groupe des Thalassiniens, qui paraissait jusqu'ici assez pauvrement représenté dans la mer des Antilles, y compte en fait un assez grand nombre d'espèces, soit, à très peu près, onze Axiidés et onze Callianassidés. On n'ignore pas que les Axiidés habitent pour la plupart les eaux profondes et les Callianassidés le voisinage du littoral; l'examen des formes capturées par le *Blake* justifie complètement cette règle, car il nous fait connaître huit Axiidés nouveaux, tous localisés dans des profondeurs moyennes; et, comme les Axiidés représentent les formes primitives du groupe, on peut croire que l'évolution de ce dernier a pour corollaire une migration vers le littoral.

Il n'est pas étonnant de constater que les Axiidés caraïbes se rattachent étroitement aux espèces du Pacifique, mais on est surpris de ne trouver qu'un très petit nombre d'espèces de la famille dans les régions tropicales et tempérées de l'Atlantique oriental : deux ou trois espèces tout au plus, dont une seulement subabyssale (le *Calocaris Macandreæ*).

Comment interpréter le faible développement de cette faune spéciale, qui est remarquablement riche aux Antilles et surtout dans la région indo-

pacifique? Faut-il recourir à l'hypothèse d'une migration qui aurait eu pour centre cette dernière zone océanique et qui se serait heurtée vers l'ouest au continent africain; ou bien doit-on croire que les Axiidés de l'Atlantique oriental ont échappé, pour la plupart, aux recherches des zoologistes. Cette dernière hypothèse me paraît peu probable, étant données les campagnes nombreuses effectuées au voisinage des côtes marocaines et soudanaises par le *Travailleur*, le *Talisman* et la *Princesse-Alice*. Mais il est bon de rappeler pourtant que ces expéditions explorèrent surtout les abysses, et qu'il conviendrait, avant de conclure, d'étudier, dans ces régions, les profondeurs peu considérables qui sont celles qu'affectionnent avant tout les Axiidés.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les attitudes de quelques animaux tertiaires de la Patagonie.* Note de M. **Albert Gaudry.**

J'ai entrepris des recherches sur les attitudes qu'ont dû avoir de leur vivant quelques-uns des Mammifères fossiles de la Patagonie. Ces recherches peuvent donner une idée de l'aspect du monde animal dans l'Antarctique; car sans doute la Patagonie est une portion de ce fameux Antarctique que l'on s'efforce tant de découvrir; s'il en était autrement, son histoire paléontologique serait incompréhensible. Mon travail est basé surtout sur les admirables collections que M. André Tournouër a rapportées au Muséum.

Les bêtes de Patagonie que j'ai particulièrement étudiées ont eu des attitudes rectigrades, digitigrades et plantigrades.

L'énorme *Pyrotherium* était un rectigrade. Ses membres étaient des sortes de colonnes disposées pour ne pas fléchir sous le poids du corps. Le tibia ne tournait pas sur l'astragale; cet os avait une facette naviculaire tellement inclinée en dessous que le pied se dirigeait en bas; ainsi il formait une ligne presque droite avec le reste du membre. Cette disposition rectigrade rappelait, au train de derrière, les Éléphants et surtout le *Dinotherium*. Mais les membres de devant différaient complètement de ceux des Proboscidiens, car ils étaient si raccourcis que la tête devait être inclinée vers le sol, au lieu que les Proboscidieus, chez lesquels les membres de devant sont très élevés, tiennent la tête haute; ils ne sont pas obligés de la baisser, puisqu'ils ont une trompe, adroite servante qui leur apporte tout ce dont ils ont besoin. *Pyrotherium* n'avait pas de trompe. Il paraît spécial à l'étage du Deseado.

Astrapotherium était plus grand que *Pyrotherium;* il atteignait presque les dimensions de *Mastodon angustidens.* C'était un type de Rectigrade beaucoup moins accentué. Ses membres de devant étaient plus élevés. Ils étaient cependant très différents de ceux des Proboscidiens; tandis que, chez ces derniers, l'humérus repose surtout sur le cubitus, et que, chez *Pyrotherium,* il reposait surtout sur le radius, chez *Astrapotherium,* il reposait en même temps sur le radius et sur le cubitus. L'attitude du quadrupède de Patagonie avait peut-être de la ressemblance avec celle du *Dinoceras* des États-Unis, quoique la tête présentât des différences considérables. Comme le géant du Wyoming, le géant du Deseado et du Coli-Huapi avait des pieds courts et massifs.

A côté de ces animaux qui donnaient de la majesté aux faunes de Patagonie, il y en avait qui leur donnaient un peu d'animation : c'étaient des Digitigrades coureurs (*Theosodon*) dont les membres étaient très flexibles ; le tibia tournait facilement sur l'astragale en même temps que le péroné tournait sur le calcanéum ; les os étaient allongés et amincis ; il n'y avait plus que trois doigts. Chez *Diadiaphorus,* les doigts latéraux étaient très atténués. Chez *Proterotherium,* ils l'étaient encore plus que dans le Cheval. Les deuxième et quatrième métacarpiens, les deuxième et quatrième métatarsiens de nos Solipèdes ont un certain développement, au lieu qu'ils étaient tout à fait rudimentaires dans *Proterotherium.* Cet animal avait donc, plus qu'aucun autre, le droit d'être appelé Solipède; cependant, bien qu'il eût peut-être les mêmes allures, il était si différent des Solipèdes de nos pays qu'il n'a certainement pas eu de liens de parenté avec eux. C'était d'ailleurs une petite bête, moindre qu'un Chevrotain. Les Digitigrades ont eu une importance secondaire.

Les Plantigrades sont les quadrupèdes qui ont joué le principal rôle en Patagonie. En même temps qu'ils s'appuyaient sur la plante de leurs pieds de derrière, ils se servaient de leurs membres de devant pour fouir ou saisir. Leurs radius restaient en demi-supination sur les cubitus, ainsi que dans les Carnivores, les Rongeurs, et, comme eux, ils pouvaient saisir en rapprochant leurs deux pieds de devant. Ces animaux ont formé de grands troupeaux ; *Colpodon* est le genre le plus commun dans le Deseado et le Coli-Huapi ; *Nesodon* est le genre le plus répandu dans le Santacruzien. Ils atteignaient l'un et l'autre la taille d'un Ours brun avec des formes plus épaisses. *Homalodontherium* était presque aussi fort que *Mastodon angustidens;* c'était un meilleur préhenseur que les autres; on peut croire que, avec ses pieds postérieurs, il lançait en arrière, comme le Blaireau, la terre

qu'il avait détachée avec ses pieds de devant. Cette énorme bête était très extraordinaire.

On voit par ces remarques combien l'aspect des campagnes de la Patagonie devait être différent de celui des campagnes de notre hémisphère. Dans l'ancien Continent, à l'époque miocène comme de nos jours, les Solipèdes et les Ruminants, en troupes immenses, couraient sur les pointes de leurs pieds, montrant une légèreté, une vivacité infinies. En Patagonie et sans doute dans le Continent antarctique, il y avait à côté des *Pyrotherium* et des *Astrapotherium* des troupeaux composés surtout de Plantigrades qui devaient offrir des spectacles moins animés.

Il serait intéressant de chercher si les marcheurs sont devenus des préhenseurs, si les Rectigrades se sont changés en Digitigrades, Plantigrades. L'étude de ces questions exige des détails minutieux. J'en donne quelques-uns dans un Mémoire accompagné de nombreuses figures que j'aurai prochainement l'honneur de présenter à l'Académie.

GÉOLOGIE. — *L'évolution du relief terrestre.* Note de A. de Lapparent.

En présentant à l'Académie la cinquième édition de mon *Traité de Géologie*, je crois opportun d'appeler l'attention sur les enseignements qui découlent de la série, entièrement remaniée, des esquisses *paléogéographiques* jointes à cet Ouvrage.

Lorsqu'il y a cinq ans, en publiant l'édition précédente, j'ai, pour la première fois, risqué un essai systématique de représentation des rivages aux diverses époques géologiques, je ne me dissimulais à aucun degré combien cette tentative pouvait sembler prématurée, vu l'insuffisance des documents sur lesquels il avait fallu asseoir les tracés. Ceux-ci n'étaient, dans ma pensée, que de grossières ébauches, et leur publication devait surtout servir à provoquer, de divers côtés, des rectifications qui permettraient de les améliorer. Aussi, à peine avaient-ils paru que je constituais, pour chacun d'eux, un dossier de corrections, d'abord en cherchant à recueillir toutes les données positives qui avaient pu m'échapper; ensuite en ne négligeant aucune des informations nouvelles que le progrès des explorations pourrait apporter.

A cet égard, les circonstances ont été exceptionnellement favorables depuis cinq ans. Une pléiade de voyageurs ont parcouru en géologues les

contrées demeurées jusqu'ici les moins accessibles. De la Sibérie, de l'Asie centrale, de l'Himalaya, de l'Indo-Chine, de la Perse, de Madagascar, de l'Afrique orientale, du Soudan, du Maroc, des Cordillères argentines ou boliviennes, des déserts américains, des Montagnes Rocheuses, de l'Alaska, des terres arctiques, enfin du continent austral, il nous est arrivé, dans cet intervalle, plus de données précises qu'on n'en avait recueillies durant les vingt-cinq années précédentes. Jamais donc l'opportunité d'une refonte des esquisses ne pouvait être plus manifeste.

En entreprenant ce travail, j'ai pensé que le moment était venu d'introduire, au profit de la Géologie, un changement radical dans le mode de représentation de la surface terrestre. Jusqu'ici, pour tous les essais de ce genre, on avait utilisé la projection de Mercator, qui offre l'avantage de renfermer, dans un même cadre, l'ancien monde et le nouveau. Mais cette projection, très commode pour les marins, en vue desquels elle a été imaginée, correspond très mal aux besoins des géologues. Si elle représente, presque sans altération, les parties des océans où s'effectue la plus grande partie de la navigation courante, en revanche elle déforme sensiblement les latitudes tempérées froides, qui, pour l'hémisphère boréal, contiennent la majeure partie de la terre habitable; et d'autre part elle rend impossible le figuré des régions polaires.

Or, pour longtemps au moins, les surfaces couvertes par l'océan demeureront un mystère pour les géologues, qui ne peuvent tirer leurs informations que de la terre ferme. Par surcroît, il se trouve que la zone arctique a fourni, dans ces derniers temps, des données géologiques aussi nombreuses qu'intéressantes; même le voisinage du pôle antarctique est venu, à son tour, apporter son utile contingent. La projection de Mercator ne convient aucunement à l'enregistrement de ces nouveautés. Ce qu'il faudrait à la Géologie, c'est un figuré où tout serait sacrifié à la représentation de ce qu'on peut appeler le bloc de la terre ferme, et où les deux pôles ne seraient pas rejetés aux limites du cadre.

Cet idéal est d'ailleurs très facile à réaliser. Il y a longtemps qu'on a fait la remarque qu'un plan diamétral, parallèle à l'horizon d'un point pris à volonté dans le triangle défini par Blois, Londres et Berlin, divise le globe en deux hémisphères, dont l'un comprend presque toute la terre ferme, c'est-à-dire l'Europe, l'Asie, l'Afrique, l'Amérique du Nord et la moitié de l'Amérique du Sud, tandis qu'à l'autre, presque exclusivement océanique, appartiennent seulement l'Australie et la partie sud du continent brésilien. L'*Atlas physique* de Berghaus contient une mappemonde construite d'après

ce principe et où l'on peut constater que les masses continentales, parfaitement groupées autour du nouveau pôle choisi, ne subissent qu'une déformation insignifiante.

C'est cette mappemonde que j'ai adoptée pour y tracer les anciens rivages, après avoir remarqué qu'en plaçant l'hémisphère continental au milieu d'un cadre rectangulaire, de dimensions imposées par le format du livre, il était facile d'y ajouter, à droite et à gauche, deux croissants, presque équivalents chacun à la moitié d'un cercle, et dont l'un contient la seconde partie de l'Amérique du Sud, tandis que sur l'autre apparaissent l'Australie et la Nouvelle-Zélande.

A ceux donc qui ne redoutent pas de voir l'équateur apparaître sous la forme d'une sinusoïde, ce mode de représentation permet de grouper, autour de son véritable centre, et presque sans discontinuité, toute la terre ferme à peine déformée.

On jugera des avantages de la nouvelle méthode, en comparant entre elles les esquisses paléogéographiques successives, surtout celles qui ont trait aux terrains les plus anciens ou paléozoïques. En effet, ce simple rapprochement met en évidence des faits que l'ancien mode de figuré eût été impuissant à faire ressortir, et dont le principal est *la permanence de la mer arctique à travers les âges*. Cette mer, dont l'expédition du *Fram* a si bien mis en lumière l'étendue et la grande profondeur, paraît avoir existé dès les premiers moments de la formation de l'écorce sédimentaire.

Si, à quelques époques, elle a pu subir un certain rétrécissement, qui fait qu'on perd momentanément sa trace, faute de terres susceptibles d'offrir des affleurements entre les rivages actuels et le pôle, de suite après on en revoit les vestiges authentiques. C'est donc un des traits les plus anciens et les mieux persistants de la Géographie.

Il en est de même de la dépression méditerranéenne, qui traverse les continents en écharpe, mais vient se fermer aujourd'hui à la rencontre de l'Asie; tandis qu'on sait que, pendant tous les temps secondaires et même depuis le carboniférien, elle se poursuivait de l'Europe au Pacifique à travers la région même où se dressent les cimes de l'Himalaya. Ce bras de mer transasiatique, la *Tethys* de M. Suess, a subi un resserrement progressif entre les deux mailles de l'étau formé, d'un côté par l'Eurasie, de l'autre par l'Indo-Afrique. Or, les explorations de ces dernières années nous mettent en mesure d'affirmer que, contrairement à l'idée jusqu'ici acceptée, la *Tethys* devait exister, comme la mer arctique, dès l'époque cambrienne.

En résumé, l'impression qui se dégage, quand on considère la série des esquisses paléogéographiques, à la faveur du nouveau canevas adopté, est celle d'une grande unité dans l'histoire du relief terrestre. Rien ne paraît moins propre que la suite de ces dessins à accréditer l'idée de changements notables qui auraient pu survenir dans la position de l'axe du globe; les détails de la surface semblent s'être développés progressivement, toujours en conformité d'un plan primitif, ne subissant, d'une époque à la suivante, que des modifications d'ordre secondaire.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur l'impossibilité des ondes de choc négatives dans les gaz.* Note de M. **P. Duhem.**

Dans une Note récente [1] M. Györö Zemplén s'est proposé de prouver qu'un gaz ne peut transmettre une onde de choc *négative*, c'est-à-dire une onde *de dilatation*.

Pour arriver à ce résultat, M. Györö Zemplén invoque la « chaleur du frottement interne entre les parties du gaz dotées de vitesses différentes aux deux côtés de l'onde ».

Je voudrais, à ce sujet, rappeler une proposition que j'ai démontrée sommairement dans une Note présentée à l'Académie [2], puis, plus complètement, dans mes *Recherches sur l'Hydrodynamique* [3].

Cette proposition est la suivante :

Au sein d'un fluide doué de frottement interne ou de viscosité, et pourvu que l'on regarde comme générales les expressions des actions de viscosité reçues dans le cas où les dérivées partielles des composantes de la vitesse ne surpassent pas certaines limites, aucune onde de choc ne peut se propager.

Si l'on tient compte de cette proposition, il semblera peu logique de faire intervenir le frottement interne dans la discussion d'un problème quelconque relatif aux ondes de choc.

---

(1) Györö Zemplén, *Sur l'impossibilité des ondes de choc négatives dans les gaz* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 710; séance du 6 novembre 1905).

(2) *De la propagation des discontinuités dans un fluide visqueux* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 658; séance du 18 mars 1901).

(3) *Recherches sur l'Hydrodynamique*, 1re série, 2e Partie, Ch. I, § 5, p. 89; Paris, 1903.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines de* Sphenopteris, *sur l'attribution des* Codonospermum *et sur l'extrême variété des « graines de fougères »*. Note de M. **Grand'Eury**.

I. En Bretagne, à Mouzeil, dans les assises charbonneuses contemporaines des *lower coal-Measures* où MM. Scott, Oliver, N. Arber, D. White ont découvert des graines en rapport avec des fougères, j'ai rencontré, l'été dernier, dans les schistes des première et deuxième couches actuellement en exploitation, un très grand nombre de petites graines associées aux *Sphenopteris Dubuissonis* Br., *elegans* Br., *dissecta* Br., etc. Aux mines de Montrelais je n'ai trouvé qu'un *Sphenopteris*, et des graines qu'avec cette fougère. Des deux côtés, la présence des graines est subordonnée à celle des *Sphenopteris*, il n'y en a pas ou presque pas avec les *Lepidodendron* et *Stigmaria* formant avec de petites Calamariées les neuf dixièmes de la végétation fossile.

Dans ces circonstances exceptionnellement avantageuses, j'ai pu rattacher ces graines à ces fougères par les liaisons suivantes : d'abord, nombre de ces graines ont la faible dimension et le sommet en forme de pyramide ou de cône très surbaissé du *Lagenostoma Lomaxi* Will. identifié au *Sph. Höninghausi* Br. lequel se rapproche beaucoup du *Sph. Dubuissonis*, l'espèce la plus nombreuse de Mouzeil ; la surface des stipes principaux de cette dernière espèce est, d'autre part, maillée comme celle des *Lyginodendron* auxquels a été raccordé le *Lagenostoma* ci-dessus. De plus, j'ai réussi à découvrir les mêmes graines entourées chacune à la base de six languettes écartées analogues aux soi-disant sporanges du *Calymmatotheca Stangeri* Stur, proche parent et de plus contemporain du *Sph. Dubuissonis;* et la preuve la plus directe que ces graines proviennent des *Sphenopteris* est que les cupules formées par ces languettes sont situées à l'extrémité élargie de longs et grêles pédicelles semblables aux dernières ramifications de certains de leurs stipes.

Sur un échantillon, lesdites languettes sont appliquées contre les graines, simulant ainsi un fruit comme le *Lagenostoma Sinclairi* Kid [1]; sur un autre échantillon elles sont soudées entre elles jusqu'au sommet de la graine à laquelle elles constituent une enveloppe fermée.

---

[1] N. Arber, *Proceedings of the Royal Society*, 1905, p. 251.

Par suite de leur configuration très obtuse au sommet et des lignes de suture qui en rayonnent, les graines, écrasées entre les lames de schiste, sont la plupart, à cette extrémité, ouvertes, lobées ou dentelées. Parmi ces graines réellement plus nombreuses que d'ordinaire, on peut distinguer : 1° des graines oblongues sillonnées suivant la longueur; 2° des graines à douze côtes partant du sommet; 3° des graines quatre fois plus grandes ayant une base très charnue et formées de six valves en partie disjointes; 4° des petites graines ellipticocylindriques lisses, etc.

Dans le Westphalien il y a des graines pareilles à ces dernières, au milieu de beaucoup d'autres qui, quoique différentes de celles de Mouzeil, paraissent aussi provenir de fougères sphénoptéroïdes variées que jusqu'ici l'on n'a pas trouvées fructifiées; elles se rencontrent dans les mêmes dépôts qu'elles, et une preuve, d'une portée générale, qu'elles appartiennent tout au moins à des fougères, c'est que, sur les terris de plus de 25 fosses du nord de la France et de la Belgique, j'ai en vain recherché d'autres plantes qui les aient pu porter.

Ces graines, à séparer de celles de Névroptéridées, sont très disparates quoique généralement rondes. Quelques-unes anguleuses confinent cependant aux graines de Névroptéridées, et l'on ne saurait s'en étonner lorsqu'on voit par exemple le *Sph. trifoliolata* Br. ressembler à ces dernières fougères par de nombreuses pinnules non lobées recouvertes de nervures très serrées, et par des stipes aulacoptéroïdes.

A Saint-Étienne il y a aussi des graines ellipticocylindriques, autres que les *Stephanospermum* Br. dont l'attribution reste à faire.

II. Le *Codonospermum anomalum* Br., une des plus singulières graines silicifiées de Grand'Croix, est, en empreintes, nombreux et répandu, du moins à Saint-Étienne. Muni d'une vessie natatoire, il est dispersé gisant avec toute sorte de fossiles. Toutefois on le trouve de préférence dans les roches occupées par des *Doleropteris* Gr., et comme avec cela cette graine à huit pans est assez souvent associée à ces feuilles, elle me paraît devoir s'y rapporter au moins autant que les disques à tubes polliniques qu'on leur a rapportés. Ces feuilles, nageantes comme celles des *Nymphæa,* sont d'ailleurs aussi communes que ces graines. Or, quoique plus grands, les *Doleropteris* ne sont pas sans ressembler à certaines feuilles stipales à bord entier de Névroptéroïdées westphaliennes, et il est probable que les plantes en question ne sont pas bien éloignées des « fougères à graines », auxquelles MM. Scott et Oliver ont donné le nom collectif de Ptéridospermées.

III. La multiplicité et la diversité des graines que j'ai rattachées à beau-

coup de fougères du terrain houiller, montrent, conjointement avec les recherches que vient de résumer M. Zeiller [1], que les « fougères à graines », dont on n'aurait osé parler il y a trois ans, forment une classe de plantes aux formes de fougères, mais que la complexité de leurs graines élève au niveau des Cycadées.

Plus on étudie ces graines tant à l'état silicifié qu'à l'état d'empreintes, plus on en voit se multiplier les formes et varier les rapports avec les feuilles. A celles rapprochées des Névroptéridées et insérées sur deux rangs à des rachis spéciaux, à celles des *Sphenopteris* isolées au bout des dernières ramifications de stipes modifiés, à celles du *Pecopteris Pluckeneti* suspendues comme des sporanges au-dessous de feuilles non modifiées, s'ajoutent tant d'autres types que l'on a peine à trouver, à titre de plantes-mères, assez de fougères dont la fructification cryptogamique n'a pas été constatée. (Leur nombre vient encore de s'augmenter d'un groupe nombreux de graines silicifiées rondes sphériques, à testa très mince sans lignes de suture, qu'on trouve en empreintes avec des fougères particulières). Spécialement à Saint-Etienne, dans un même système de dépôts, il paraît bien y avoir autant de types de graines que d'espèces de feuilles, et, d'un étage à un autre, plus de changement dans les graines que dans les feuilles. Si l'on descend dans les détails, on voit faire face à la série continue des *Alethopteris* une série d'au moins cinq types de *Trigonocarpus* plus différents encore de structure que de forme, à ce point que deux *Trigonocarpus* de même forme ont une organisation génériquement différente; au genre *Nevropteris* correspondent des graines striées, ailées et peut-être même rondes. Dans l'état actuel de nos connaissances, il me paraît bien en somme y avoir deux à trois fois plus de genres de graines que de genres de feuilles, ce qui serait déconcertant si l'anomalie était limitée aux Ptéridospermées.

Mais chez les Cordaïtées on a vu [2] que la disproportion est encore plus accentuée. Les épis de fructification des Calamariées sont aussi plus hétéromorphes que les organes peu variés de ces végétaux. Aux véritables *Pecopteris*, si uniformes, sont suspendues plus de cinq combinaisons de sporanges. L'anomalie paraît ainsi générale, conférant à la flore houillère une certaine autonomie que confirment d'autres singularités : des Gymnospermes herbacées et palustres (qu'étaient les « fougères à graines »); des graines ayant mûri sans avoir été fécondées (toutes les graines silicifiées étudiées sont dans ce cas); des Equisétinées à bois dense et épais; une masse énorme de Marattiacées au port des fougères en arbres; des hautes futaies de Lycopodiacées; etc.

---

[1] *Revue générale des Sciences*, 1905, p. 718.
[2] *Comptes rendus*, 1905, p. 997.

Touchant l'importance quantitative des Ptéridospermées, je suis en mesure de dire que, dans le Stéphanien, les fougères de toutes espèces forment la moitié de la végétation et les Névroptéridées le quart. Dans le Nord et le Pas-de-Calais, la proportion des fougères est moins grande, il y en a peu dans les couches inférieures, on n'en trouve presque pas à Aniche; les Névroptéridées y dominent de beaucoup par le nombre, et diverses autres fougères ont également porté des graines. Dans la Basse-Loire, les fougères qui me sont tombées sous les yeux m'ont paru toutes avoir produit des graines.

M. A. Calmette fait hommage à l'Académie du premier Volume de ses *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout*.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Cours de Chimie physique*, par Victor Henri. (Présenté par M. Dastre.)

2° *Catalogue des plantes nouvelles de la forêt de Rambouillet*, par Mlle Marguerite Beleze. (Présenté par M. Chatin.)

3° *Les grandes plâtrières d'Argenteuil*, par Aug. Dollot, P. Godbille et G. Ramond. (Présenté par M. A. de Lapparent.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse totale du 30 août 1905 à Alcosebre (Espagne)*. Note de M. G. Millochau, présentée par M. J. Janssen.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 9 octobre 1905, p. 586), j'ai décrit les appareils que j'ai employés pour l'observation de l'éclipse du 30 août 1905 et indiqué les résultats obtenus; j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, à l'Académie, ces résultats et les remarques que m'a suggérées un examen sérieux.

Le télespectrographe réglé pour la portion visible du spectre aurait dû donner une image monochromatique simple, dans chaque radiation, de la portion du bord solaire projetée sur la fente largement ouverte; or les images obtenues sont doubles, l'une des composantes environ deux ou trois fois moins intense que l'autre.

Des essais de laboratoire m'ont montré que ce dédoublement est dû à l'imperfection optique de l'écran coloré formé d'une simple plaque photographique du commerce, dont la gélatine, rendue transparente par fixage, avait été teintée avec de la chrysoïdine en solution alcoolique.

Ces images doubles n'ont d'ailleurs d'inconvénients qu'au point de vue du coup d'œil; elles présentent l'avantage d'éliminer plus sûrement les défauts photographiques qui pourraient être confondus avec des effets dus au phénomène observé.

La position de l'écran avait été choisie pour éviter toute déformation des images, dans le spectroscope lui-même, à partir de la fente.

Dans l'épreuve n° 1 (Croissant chromosphérique au deuxième contact), un effet physiologique dû à la crainte de laisser échapper le phénomène me fit agir sur l'obturateur environ un dixième de seconde avant que le spectre des derniers Baily's Beads eût disparu.

Cette épreuve, qui a posé 4 secondes environ, montre la raie verte coronale et le spectre continu de la couronne, faibles. Les raies de la couche renversante y figurent sous la forme de pointes.

Pour l'épreuve n° 2, l'exposition a commencé 40 secondes après le deuxième contact; à ce moment la chromosphère était déjà complètement masquée par la Lune; la pose a cessé 2 minutes 30 secondes après ce contact.

Elle montre le spectre de trois protubérances brillantes situées à l'est du Soleil et le spectre de la couronne.

Le spectre des protubérances se compose principalement des raies de l'hydrogène et de l'hélium qui ont pour longueur un peu moins de la hauteur du spectre.

Le spectre de la couronne se compose de la raie verte λ 530, seule raie coronale visible de c à h, région du spectre pour laquelle l'épreuve est obtenue dans de bonnes conditions, et d'un spectre continu ayant fortement impressionné la plaque.

L'aspect de l'épreuve indique que les raies de l'hydrogène et de l'hélium ne sont pas coronales, car il n'y a aucune trace d'impression photographique dans la partie de ce spectre symétrique de celle occupée par les protubérances.

L'épreuve n° 3 (croissant chromosphérique au troisième contact) a posé environ 12 secondes, les spectres de la chromosphère de la couche renversante et de la couronne y figurent tous trois.

L'image de la couronne dans la raie verte complète celle de l'épreuve précédente.

On y voit une plage lumineuse mince, plus brillante que le reste, de 2',5

de haut et qui a été observée oculairement et décrite par M. Stefanik (*Comptes rendus*, 9 octobre 1905, p. 585).

Cette plage brillante se retrouve sur une photographie de la couronne intérieure, obtenue par M. Pasteur, son aspect semble indiquer l'existence d'un jet tangent au Soleil et dont l'axe longitudinal était dans la direction de la Terre.

Toutes les portions les plus brillantes de la couronne intérieure ont leur correspondance dans l'image obtenue avec la raie verte et produisent aussi un renforcement du spectre continu.

La couche renversante ayant été obtenue dans de bonnes conditions, la longueur des croissants pouvait donner une indication sur la hauteur de la partie de l'atmosphère solaire qui les produit.

Tous les croissants obtenus ont la même hauteur, qui correspond à une couche concentrique au bord solaire de 0″,7.

Je me proposai, dans cette éclipse, d'examiner soigneusement, au chercheur télespectroscopique, les phases de l'apparition et de la disparition de la chromosphère et de la couche renversante.

J'ai déjà exposé ce que j'avais vu au deuxième contact.

Au troisième contact, la formation du croissant chromosphérique fut si rapide que j'eus l'impression qu'elle avait été instantanée. Au bout de $10^s + 0^s, x$, le premier point de la couche renversante apparut, un croissant se forma et augmenta de hauteur progressivement.

J'arrêtai la pose au moment où les croissants me parurent aussi grands qu'au deuxième contact; un dixième de seconde après, le premier rayon solaire apparaissait.

Le temps mis par la Lune à démasquer la chromosphère donne, pour la hauteur de celle-ci, de 3″ à 4″.

Les croissants brillants de la couche renversante me parurent tous avoir, dans le télespectroscope, la même hauteur, et ne différer que par leur éclat.

Il résulte de ces remarques que la distinction faite par les premiers observateurs du spectre éclair entre la chromosphère et la couche renversante est peut-être plus absolue qu'on ne pourrait le croire et qu'il semble exister deux couches atmosphériques solaires bien distinctes : la couche renversante ayant environ 1″ de hauteur et la couche chromosphérique de 3″ à 4″.

La différence de hauteur entre les divers croissants, dans les épreuves photographiques obtenues jusqu'ici avec les chambres prismatiques, est peut-être due surtout à des différences d'action photographique, les crois-

sants de faible éclat n'impressionnant la plaque que dans leur partie centrale.

Les longueurs d'onde des raies, mesurées sur les épreuves, seront données ultérieurement.

J'ai comparé le spectre continu dû à la couronne à un spectre obtenu avec le même spectrographe et les mêmes plaques en projetant sur la fente maintenue à la même ouverture, la lumière diffuse du ciel (pose 20^s à 90° du Soleil), ces photographies ayant à peu près la même intensité générale.

Pour éliminer les effets dus à la sensibilité variable des plaques pour les diverses radiations, cette comparaison a été faite par l'intermédiaire d'une échelle de teintes, obtenue en photographiant des couches superposées croissantes de papier transparent, et les résultats traduits par des courbes.

L'examen de ces courbes montre que le spectre continu de la couronne présente, par rapport à celui de la lumière diffuse, une région plus intense de λ 470 à λ 600 avec maximum vers λ 550.

L'intensité relevée sur les photographies à l'échelle de teintes est, pour l'épreuve de la couronne, les $\frac{8}{6,5}$ de celle de la lumière diffuse pour λ 545, cette intensité étant 1 pour λ 490 et $\frac{6}{5}$ pour λ 600.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formule d'interpolation des fonctions périodiques continues.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Émile Picard.

M. Borel a démontré le théorème suivant :

On peut former une fois pour toutes des polynomes $M_{p,q}(\theta)$ jouissant de la propriété suivante : Quelle que soit la fonction $f(\theta)$, continue dans l'intervalle $(0, 2\pi)$, on a

$$(1) \qquad f(\theta) = \lim_{q=\infty} \sum_{p=0}^{p=q} f\left(\frac{2p\pi}{q}\right) M_{p,q}(\theta),$$

la convergence ayant lieu uniformément de 0 à 2π.

Dans le cas où $f(\theta)$ est périodique, il y aurait avantage à remplacer les $M_{p,q}$ par des fonctions continues simples de même période que $f(\theta)$.

J'y suis arrivé en employant exactement le même mode de raisonnement que M. Borel et en modifiant seulement les fonctions $\varphi_{p,q}$ qu'il utilise pour

sa démonstration [1] de façon à les rendre périodiques. On peut ainsi les représenter approximativement par *des suites finies de Fourier* $S_{p,q}(\theta)$ *de période* 2π, *choisies une fois pour toutes* et l'on a alors la proposition suivante :

Si $f(\theta)$ *est une fonction continue de période* 2π, *on a* [2]

$$(2) \qquad f(\theta) = \lim_{q=\infty} \sum_{p=1}^{p=q} f\left(\frac{2p\pi}{q}\right) S_{p,q}(\theta),$$

la limite étant uniforme. Si $f(\theta)$ est continue de o à 2π sans être périodique, on a

$$F(\theta) = \lim_{q=\infty} \sum_{p=1}^{p=q} F\left(\frac{2p\pi}{q}\right) S_{p,q}(\theta)$$

en désignant par $F(\theta)$ la fonction qui est égale à $\frac{f(0)+f(2\pi)}{2}$ pour $\theta = 0$ ou 2π et qui est égale à $f(\theta)$ pour toute autre valeur de θ. Dans ce cas, la convergence n'est uniforme que dans tout intervalle intérieur à $(0, 2\pi)$.

Outre l'avantage évident que présente l'emploi de la formule (2) dans le cas des fonctions périodiques, j'y vois encore celui de pouvoir donner *une forme complètement explicite des fonctions* $S_{p,q}(\theta)$.

On peut, en effet, prendre en particulier

$$S_{p,q}(\theta) = \frac{1}{q} + \frac{2q}{\pi^2} \sum_{n=1}^{n=q} \left(\frac{\sin \frac{n\pi}{q}}{n}\right)^2 \cos n\left(\theta - \frac{2p\pi}{q}\right).$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en fractions continues de la fonction* $F(h, 1, h', u)$ *et la généralisation de la théorie des fonctions sphériques*. Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Émile Picard.

Sous la seule condition que la série $f = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots$ satisfasse *formellement* à l'équation

$$(\beta_1 + \beta_0 x) x \frac{df}{dx} - (\beta_1 - \alpha_1 - \alpha_0 x) f = (\alpha_1 - \beta_1) a_0,$$

---

(1) Voir Borel, *Leçons sur les fonctions de variables réelles*, 1905.

(2) Observer qu'ici la première valeur de p est 1 et non pas o comme dans (1).

le dénominateur $V_{\mu\nu}$ de la réduite (μ, ν), en supposant $\mu \leqq \nu + 1$, est une solution de l'équation (*Comptes rendus*, 6 novembre 1905)

$$(\beta_1 + \beta_0 x) x \frac{d^2 y}{dx^2}$$
$$- \{\alpha_1 + (\mu + \nu - 1)\beta_1 + [\alpha_0 + (\mu + \nu - 1)\beta_0] x\} \frac{dy}{dx} + \mu(\alpha_0 + \beta_0 \nu) y = 0.$$

Supposons β_0 *et* β_1 *différents de zéro*. En faisant le changement de variable $\beta_0 x + \beta_1 u = 0$, et posant $\alpha_0 = h\beta_0$, $\alpha_1 = h'\beta_1$, le résultat précédent prend cette forme : *le dénominateur* $V_{\mu\nu}$ *de la réduite* (μ, ν), $\mu \leqq \nu + 1$, *de la fonction hypergéométrique* $F(h, 1, h', u)$ *satisfait à l'équation différentielle*

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} & u(1-u)\frac{d^2 y}{du^2} \\ & \quad + [-h' - \mu - \nu + 1 - (-h - \mu - \nu + 1)u] \frac{dy}{du} - \mu(h + \nu) y = 0. \end{aligned} \right.$$

Aux racines 0 et $h' + \mu + \nu$ de l'équation déterminante de cette équation, pour $u = 0$, correspondent, en supposant que h' ne soit pas entier, les deux solutions

$$F(-\mu, \ -h - \nu, \ -h' - \mu - \nu + 1, \ u),$$
$$u^{h'+\mu+\nu} F(h' + \nu, \ h' - h + \mu, \ h' + \mu + \nu + 1, \ u),$$

qui fournissent tous les éléments des développements en fractions continues de la fonction $F(h, 1, h', u)$.

La première de ces solutions est le polynome $V_{\mu\nu}$.

La recherche des relations de récurrence qui existent entre les termes de trois réduites consécutives quelconques d'une fraction continue holoïde de $F(h, 1, h', u)$ revient ainsi au calcul des relations entre trois fonctions $F(\xi, \eta, \zeta, u)$ où les trois premiers éléments ne diffèrent que par des nombres entiers.

Ces relations, qui sont au nombre de neuf, et parmi lesquelles figurent, en particulier, celles que Gauss a employées pour obtenir sa célèbre fraction continue, *donnent le moyen d'écrire immédiatement une fraction continue holoïde quelconque de la fonction* $F(h, 1, h', u)$, *connaissant la disposition de ses réduites et les deux premières d'entre elles*.

On peut ainsi obtenir, en particulier, les fractions continues régulières, et même, par un artifice de calcul qui sera donné dans un Mémoire étendu avec toutes les formules que je ne fais qu'indiquer ici, arriver à *limiter* ces fractions par la détermination du quotient complet final. Comme cas très

spécial, on a ainsi les fractions limitées relatives à $(1+x)^m$ que j'ai fait connaître antérieurement (*Comptes rendus*, 13 et 27 novembre 1899).

Le rôle de la seconde solution de l'équation (1) est mis en lumière par le théorème suivant :

Si l'on désigne par $U_{\mu\nu}$ *le numérateur de la réduite* (μ, ν), *on a*

$$\begin{aligned} &V_{\mu\nu}F(h, 1, h', u) - U_{\mu\nu} \\ &\quad = P\,u^{\mu+\nu+1}(1-u)^{h'-h-1}F(h'+\nu, h'-h+\mu, h'+\mu+\nu+1, u), \end{aligned}$$

où P *représente une constante.*

Cette formule comprend comme cas très particulier celui, bien connu, qui exprime le rôle des fonctions sphériques de première et de seconde espèce dans le développement en fraction continue de la fonction

$$\log(x+1) - \log(x-1);$$

elle peut être prise pour point de départ de l'extension des propriétés de ces fonctions, et cette méthode, par laquelle les fonctions des deux espèces se trouvent introduites simultanément et sous le même point de vue, me paraît plus naturelle et plus simple qu'aucune de celles qui ont été préconisées jusqu'ici. J'ai fait part de cette méthode à M. E. Picard dans une lettre datée du 10 juin 1904.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur un théorème de M. Poincaré, relativement au mouvement d'un solide pesant.* Note de M. **Édouard Husson**, présentée par M. P. Painlevé.

1. Parmi les résultats remarquables obtenus par M. Poincaré à l'aide des solutions périodiques des équations de la Dynamique, se trouve le suivant :

Pour qu'il existe, dans le mouvement d'un corps solide pesant autour d'un point fixe, une intégrale première algébrique ne se réduisant pas à une combinaison des intégrales classiques, il est nécessaire que l'ellipsoïde d'inertie relatif au point de suspension soit de révolution.

La démonstration de M. Poincaré suppose que le produit μ du poids du corps par la distance du centre de gravité au point de suspension est très petite. Cependant on l'étend de suite à toutes les valeurs de μ en rempla-

çant γ, γ', γ'' par $\frac{\lambda}{\mu}\gamma$, $\frac{\lambda}{\mu}\gamma'$, $\frac{\lambda}{\mu}\gamma''$; λ étant un paramètre qui se substitue à μ et que l'on peut, en particulier, supposer très petit.

L'extension précédente est au contraire impossible, en général, si les intégrales premières envisagées sont simplement uniformes au lieu d'être algébriques.

2. Je me propose d'indiquer pour le théorème rappelé une démonstration indépendante de celle de M. Poincaré.

Je me servirai, comme dans un Mémoire récent (1), d'une méthode inspirée par celle que M. Painlevé a constamment employée pour l'étude des équations du second ordre.

En examinant les changements de fonctions qui permettent de séparer les variables, dans les deux équations différentielles relatives aux composantes p et q de la rotation instantanée, on est amené à poser :

$$y_1 = \sqrt{A(A-C)}.p + i\sqrt{B(B-C)}.q,$$
$$y_2 = \sqrt{A(A-C)}.p - i\sqrt{B(B-C)}.q,$$
$$z_1 = \gamma + i\gamma'; \qquad z_2 = \gamma - i\gamma'.$$

En remplaçant y_1, z_1, z_2, γ'' par λy_1, λz_1, λz_2, $\lambda\gamma''$ on déduit, du système différentiel définissant le mouvement, un système différentiel dépendant d'un paramètre λ; ce nouveau système est holomorphe pour $\lambda = 0$ et doit admettre, quel que soit λ, une intégrale première algébrique non fonction des intégrales classiques.

3. Exprimons y_1, y_2, z_1, z_2, γ'' en fonction de r. Les intégrales connues donnent y_2, z_1, z_2 à l'aide de y_1, γ'', r, et le système différentiel est remplacé par un système de deux équations du premier ordre qui déterminent $y_1(r)$ et $\gamma''(r)$.

Les expressions $y_1(r)$, $\gamma''(r)$ et r doivent être liées algébriquement.

Nous obtiendrons des conditions nécessaires d'existence d'une intégrale algébrique en écrivant la propriété précédente pour $\lambda = 0$.

Le système, soit (a), définissant $y_1(r)$, $\gamma''(r)$ pour $\lambda = 0$ dépend de γ'' d'une façon irrationnelle et semble impossible à étudier. Mais en le rendant rationnel, ce qui est possible d'une infinité de manières, on en déduit une *équation intégrale* et l'on peut alors ramener l'intégration aux quadratures.

---

(1) *Annales de Toulouse*, 1905.

4. Pour pousser l'étude du système (a) intégré, j'ai employé le lemme suivant :

Lemme. — *Soient* $P(x)$ *une fraction rationnelle,* $Q(x)$ *un polynome entier en* x *ou une fraction rationnelle admettant comme pôles simples certains zéros ou pôles de* P, *et*

$$y(x) = P^\alpha, \qquad J(x) = \int \frac{Q\,dx}{y},$$

α *étant un nombre irrationnel réel ou imaginaire.*

Si $J(x)$ *s'exprime algébriquement à l'aide de* y *et* x, *on a nécessairement*

$$J(x) = \frac{f(x)}{y(x)} + \text{const.},$$

$f(x)$ *étant une constante ou un polynome entier en* x *dont le degré surpasse d'une unité le degré de la fraction rationnelle* Q.

Ce lemme peut d'ailleurs être généralisé et appliqué dans le cas où Q est une fraction rationnelle quelconque; $f(x)$ devient alors une fraction rationnelle dont le dénominateur est connu, le degré du numérateur étant limité.

On arrive ainsi très facilement à la démonstration du théorème de M. Poincaré; on peut même appliquer les calculs indiqués à l'étude des conditions (ou domaines) d'existence des intégrales premières uniformes.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application de la liquéfaction partielle de l'air avec retour en arrière à la séparation intégrale de l'air en oxygène pur et azote pur.* Note de M. Georges Claude, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que les procédés d'obtention de l'oxygène basés sur la *vaporisation fractionnée* de l'air liquide ont cédé la place aux procédés basés sur la *rectification*. L'air liquide étant constitué par un mélange de deux fluides miscibles l'un à l'autre en toutes proportions et très différemment volatils, la possibilité de l'application des principes de la rectification à ce mélange est évidente *a priori*. En fait, cette application se réalise dans des conditions tout à fait identiques à celles en usage dans la rectification des mélanges d'eau et d'alcool, avec cet avantage que, la différence des volatilités de l'oxygène et de l'azote étant en réalité bien plus grande qu'entre l'alcool et l'eau, l'action rectificatrice est ici d'une efficacité extrême.

Dans le système remarquable de simplicité imaginé par mon collaborateur, M. René Lévy, par exemple, de l'oxygène liquide se vaporise en provoquant la liquéfaction totale d'air comprimé à 4 ou 5 atmosphères. Une partie de l'oxygène vaporisé est soutirée directement à l'extérieur, à travers des échangeurs de température, pour être utilisée. Le reste monte dans une colonne de rectification ordinaire, qui surmonte le vaporiseur, en sens inverse du liquide récupéré à 21 pour 100, qui est déversé en haut de la colonne avec l'air liquide d'appoint. Dans sa descente, cet air liquide condense énergiquement l'oxygène des gaz ascendants, tandis que de l'azote se vaporise; ce liquide descendant s'enrichit ainsi progressivement, pour arriver au bas, si le réglage est exact, à l'état d'oxygène liquide *absolument pur*. Quant aux gaz ascendants, ils sortent épuisés à 7 pour 100 d'oxygène, teneur normale des gaz lavés finalement par un liquide à 21 pour 100, conformément aux indications des courbes que je présentais à l'Académie en une autre occasion (¹).

Dans ce procédé, sur 100 d'air, on recueille à l'état d'oxygène pur environ 14. Le reste, soit 6 à 7, s'échappe avec l'azote, particularité commune à tous les systèmes basés sur la liquéfaction totale de l'air, puisque, je le répète, les gaz lavés par de l'air liquide à 21 pour 100 titrent forcément au moins 7 pour 100 d'oxygène.

Tous ces procédés, basés sur la croyance, restée longtemps classique, de l'absence de toute action sélective dans la condensation progressive de l'air liquide (²), ont donc l'inconvénient de nous faire perdre environ $\frac{1}{3}$ de l'oxygène et de ne pas nous fournir d'azote pur.

Le système du *retour en arrière* que j'ai précédemment décrit (³), m'a permis de remédier à cet inconvénient avec la plus grande simplicité et de réaliser ainsi la *séparation intégrale de l'air* en oxygène pur et azote pur.

L'air à traiter, comprimé et froid, arrive par A à la partie inférieure du faisceau F, immergé dans de l'oxygène liquide en voie d'évaporation. Pendant son ascension dans le faisceau, cet air se liquéfie progressivement, le liquide formé revenant en arrière, en sens inverse du gaz ascendant. Conformément au processus indiqué dans la Note ci-dessus rappelée, cette circulation en sens inverse épuise énergiquement l'oxygène du gaz ascendant, qui arrive en B à l'état d'azote pratiquement pur, tandis que le liquide collecté en A, détenant tout l'oxygène, peut titrer jusqu'à 48 pour 100.

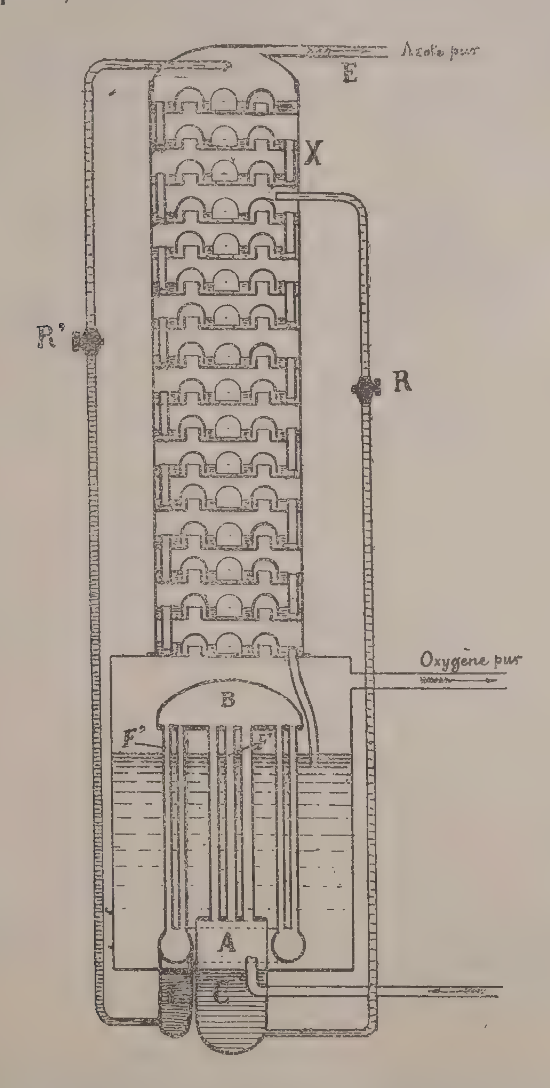
Le gaz résiduel descend alors de B dans le faisceau F′ concentrique au premier, et achève de se liquéfier en fournissant un liquide qui se collecte en C et est constitué par de l'azote liquide presque pur.

Le premier liquide, riche en oxygène, est déversé à la partie médiane de

(¹) *Comptes rendus*, 29 juin 1903.
(²) *Comptes rendus*, 29 juin 1903.
(³) *Comptes rendus*, 16 novembre 1903.

la colonne de rectification X, et rectifie les gaz ascendants jusqu'à concurrence de 21 pour 100 environ.

Le second liquide, déversé tout à fait au haut de la colonne de rectification, soumet ces gaz à 21 pour 100 à une rectification complémentaire qui les ramène à l'état d'azote pratiquement pur. Ainsi est réalisée la séparation intégrale de l'air, l'azote pur sortant en E et l'oxygène pur en D.



Je crois intéressant d'ajouter que la première idée de l'épuisement des gaz vaporisés par leur lavage final avec des liquides très pauvres en oxygène,

en vue de les ramener à l'état d'azote pur, a été exprimée pour la première fois par mes collaborateurs, MM. A. Helbronner et R. Lévy.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Densité de l'oxyde azotique; poids atomique de l'azote.* Note de MM. **Philippe-A. Guye** et **Ch. Davila**, présentée par M. G. Lemoine.

Lorsque nous avons commencé, il y a un an, les présentes recherches, les valeurs connues de la densité de l'oxyde azotique NO étaient fort discordantes, soit (par rapport à l'air) 1,041 (Thomson), 1,0888 (Bérard), 1,094 (Davy), 1,1887 (Kirwan). M. Leduc [1] a bien obtenu la valeur 1,0388, exacte, selon lui, à $\frac{1}{10000}$ près; mais il ne l'a pas conservée dans son Mémoire définitif; le poids atomique de l'azote que l'on en déduit, corrigé par les méthodes physico-chimiques applicables en pareil cas, est, d'ailleurs, beaucoup trop élevé ($N = 14,09$).

Des expériences préliminaires nous ont démontré que l'oxyde azotique préparé par les méthodes ordinaires contient toujours ou de l'azote et du protoxyde d'azote, ou des oxydes supérieurs (N^2O^3, N^2O^4), et souvent toutes ces impuretés à la fois. La présence des gaz N^2 et N^2O est attribuable, selon nous et dans bien des cas du moins, à l'erreur généralement commise en lavant le gaz avec des solutions alcalines (KOH ou NaOH), dans le but de retenir les vapeurs nitreuses. Il est pourtant établi que ces réactifs transforment déjà à froid le gaz NO en N^2O et N^2 [Gay-Lussac [2]].

Pour la purification, il suffit de faire barboter dans l'acide sulfurique concentré le gaz préparé par une réaction chimique convenablement choisie; on retient ainsi la plus grande partie des oxydes supérieurs; desséché complètement sur des colonnes d'anhydride phosphorique, le gaz est ensuite solidifié à la température de l'air liquide et séparé, par quelques rectifications qui seront décrites dans un Mémoire détaillé, des dernières impuretés constituées essentiellement par des oxydes d'azote supérieurs.

On voit que si nous avons eu recours, comme M. Gray [3], lors de ses recherches récentes sur le même sujet, à la rectification aux basses températures, la marche suivie diffère de la sienne d'abord par la suppression du lavage du gaz NO par les alcalis. Elle s'en distingue aussi par le choix des trois réactions chimiques que nous

---

(1) Leduc, *Séances Soc. française de Physique*, 1893, p. 214.

(2) *Voir* les confirmations plus modernes de MM. Emich, *Monatshefte*, t. XIII, p. 90 et 91; Sabatier et Senderens, *Ann. Chim. et Ph.*, 7e série, t. VII, p. 366; Russel et Lapraik, *Journ. chem. Soc.*, t. II, 1877, p. 35; Lechartier, *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 308.

(3) Gray, *Journ. chem. Soc.*, t. LXXXVII, p. 1601, octobre 1905.

avons utilisées pour préparer ce gaz ; 1° décomposition par le mercure de la solution sulfurique de nitrite ou nitrate de soude; 2° réduction de l'acide nitrique ou du nitrite de soude par le sulfate ferreux; 3° décomposition, en solution étendue, du nitrite de soude par l'acide sulfurique. M. Gray a employé exclusivement la réduction du nitrite de soude par le ferricyanure de potassium et l'acide acétique.

En raison de l'attaque du mercure, si difficile à éviter avec le gaz NO, nous avons renoncé aux méthodes physiques précédemment suivies dans ce laboratoire pour les densités des gaz O^2, N^2O, CO^2, SO^2, NH^3. Nous avons fait usage du procédé classique des ballons jaugés avec contrepoids de même volume et avons effectué la moitié de nos mesures (B) avec un ballon de 820^{cm^3} environ, et l'autre moitié (*b*) avec un ballon de 380^{cm^3} environ (385^{cm^3} environ pour l'expérience n° 14).

Voici les résultats trouvés pour le poids L du litre normal (soit à 0° C., sous 760^{mm} de mercure, $h = 0$ et $\lambda = 45°$) et, toutes corrections faites pour la compressibilité du gaz entre 726^{mm} (pression moyenne à Genève) et 760^{mm}, pour la contraction du ballon vide et pour la réduction au vide des poids marqués.

Expériences B.		Expériences *b*.	
	1° Gaz préparé par la méthode au mercure.		
Nos.	g	Nos.	g
1........	1,3406	2........	1,3407
3........	1,3402	4........	1,3398
5........	1,3401	6........	1,3402
	2° Gaz préparé par la méthode au sulfate ferreux.		
7........	1,3403	8........	1,3408
9........	1,3398	10........	1,3402
11........	1,3400	12........	1,3402
	3° Gaz préparé par la méthode au nitrite de soude.		
13........	1,3399	14........	1,3403

La moyenne arithmétique de 14 déterminations, $L = 1,3402$, est identique à la moyenne des 10 observations de M. Gray. D'autre part, les moyennes calculées par des méthodes chimiques différentes sont

Mercure...........	$L = 1,3403$	(6 observations)
Sulfate ferreux.....	$L = 1,3402$	(6 »)
Nitrite de soude....	$L = 1,3401$	(2 »)
Ferricyanure.......	$L = 1,3402$ (Gray)	(10 »)

La moyenne des moyennes par méthodes est de nouveau $L = 1,3402$, valeur qui peut être adoptée définitivement. La densité, rapportée à l'air, est $(1,3402 : 1,2928) = 1,0367$.

Enfin, le rapport des densités des gaz ($NO : O^2$) pour ($O^2 = 32$) est égal à $\frac{32 \times 1,3402}{1,4290} = 30,012$. Corrigé par les méthodes physico-chimiques, ce rapport est compris entre 30,006 et 30,010, suivant le mode de calcul du facteur de correction ([1]). On en déduit que le poids atomique de l'azote est compris entre 14,006 et 14,010, le premier nombre étant, selon nous, une limite inférieure, et le second, une limite supérieure.

Nous voyons, dans ce résultat, une confirmation importante du nombre $N = 14,009$ comme valeur la plus probable du poids atomique de l'azote.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure de silicium sur le fer.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

Cette action a été étudiée par Frémy ([1]), qui obtenait ainsi un siliciure, cristallisé en octaèdres, insoluble dans les acides et dans l'eau régale, constitué par : Si 33 pour 100; Fe 67 pour 100, ce qui amène à lui attribuer actuellement la formule SiFe. Des essais, réalisés en faisant agir le même chlorure sur d'autres métaux, nous ont montré qu'il y avait lieu d'étudier les conditions de formation du corps $SiFe^2$, connu surtout depuis les travaux de M. H. Moissan ([2]), composé qui doit prendre naissance, dans cette même action, si les résultats sont comparables à nos expériences antérieures.

Notre appareil consiste : 1° en une cornue à tubulure munie d'un bouchon percé de deux trous dans l'un desquels pénètre un tube à brome et, dans l'autre, un tube à gaz, courbé à angle droit; 2° en un tube de chauffe horizontal, relié au col de la cornue, et susceptible de contenir une nacelle en porcelaine, chargée du métal; 3° en une allonge, faisant suite à ce dernier, et communiquant, par son bout rétréci, avec une série de flacons condenseurs plongeant dans l'eau froide.

Dans nos expériences, nous séchons d'abord l'appareil par un courant d'hydrogène chauffé; nous faisons couler, dans la cornue, le chlorure de silicium pur et sec, au moyen du tube à brome, puis nous distillons lentement ses vapeurs que nous dirigeons sur le métal porté à des températures croissantes.

Premier essai. — Du fer réduit, contenu dans sa nacelle, est introduit à l'intérieur d'un tube en verre de Bohême, chauffé sur une grille à gaz; 200^{cm^3} de chlorure sont dirigés sur le métal, après arrêt du courant d'hydrogène. L'attaque commence un

---

([1]) Ph.-A. Guye, *Bull. Soc. chim.*, Paris, 3e série, t. 33 et 34, p. XXIV (1905).
([2]) Frémy, *Encyclopédie chimique*, article *Fer*.
([3]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 621.

peu avant le rouge et provoque une légère incandescence. Il se forme un dépôt de couleur variée sur le tube et, dans l'allonge, il distille un liquide, trouble par moments, surtout quand l'opération est rapidement conduite. Par trois fois ce même liquide est renvoyé sur le métal, puis distillé finalement : il passe encore au voisinage de 60°. Après réaction, la nacelle contient une matière frittée, gris noir, que les acides même les plus faibles dissolvent facilement, avec apparition de silice. Il n'a pas été possible d'en séparer la moindre parcelle métallique. Le chlorure ferreux, qui s'est sublimé dans le tube, ne renferme que des traces inappréciables de silice; d'où absence de chlorure double de silicium et de fer.

Deuxième essai. — Nous prenons : fer réduit 40^g, et nous le portons dans un tube en porcelaine, chauffé au moyen d'un four à gaz capable d'atteindre 1100°. Après le passage du chlorure de silicium, seul et en grand excès, sur le métal progressivement porté à la température maxima du four, nous trouvons, dans la nacelle, un culot résiduel, bien fondu, pesant près de 23^g. Ce lingot est attaqué, avec incandescence, par le gaz chlore, avant le rouge; l'acide acétique étendu ne produit pas d'effet, ni l'acide azotique étendu ou concentré, froid ou chaud. L'action de l'acide chlorhydrique étendu et froid est très lente, mais celle du même liquide concentré se manifeste d'une façon assez appréciable; elle est même vive si l'on opère à chaud. L'acide fluorhydrique le dissout complètement, même en solution étendue; l'eau régale produit un effet énergique, au début, et transforme intégralement l'alliage en chlorure ferrique dissous et en silice granuleuse qui, en précipitant abondamment, vient ralentir l'action. L'analyse y révèle : Si 20 pour 100; Fe 80 pour 100, proportions correspondantes au siliciure $SiFe^2$.

Troisième essai. — Nous chargeons la nacelle de 24^g d'oxyde rouge de fer; nous le réduisons au rouge, dans un tube en porcelaine, puis, lorsqu'il n'abandonne plus trace d'eau, nous dirigeons sur le fer ainsi formé des vapeurs de chlorure de silicium que nous entraînons par un courant d'hydrogène barbotant dans le liquide légèrement chauffé. Après expérience nous trouvons, en plus du chlorure ferreux : 1° un culot métallique, pesant 8^g,50, contenu dans la nacelle, présentant toutes les propriétés de l'alliage formé dans le second essai et répondant à la formule Fe^2Si; 2° une matière de couleur foncée, déposée au delà de ce petit récipient et laissant voir, à l'œil nu, des grains métalliques qui, séparés et séchés à 100°, ont encore pour composition Fe^2Si.

Conclusions. — 1° La décomposition du chlorure de silicium par le fer s'effectue avant le rouge; 2° elle est intégrale, c'est-à-dire qu'elle a lieu sans formation de chlorure inférieur de silicium (puisqu'on n'a trouvé que $SiCl^4$ dans les flacons de condensation); 3° le silicium naissant, qui en est la conséquence, se combine en totalité avec le fer pour tendre vers l'alliage à 20 pour 100 de silicium; 4° là cesse toute siliciuration, dans ces conditions de température; à cette réaction limite correspond la formule du siliciure bien connu Fe^2Si; 5° on peut donc formuler la marche de la réaction de la façon suivante : $SiCl^4 + 4Fe = Fe^2Si + 2FeCl^2$, cette for-

mule donnant, du reste, pour les poids respectifs de siliciure formé dans les essais 2 et 3 des chiffres de 21^g et de $9^g,50$ concordant suffisamment avec ceux trouvés dans ces mêmes essais.

Nous nous proposons de poursuivre ces travaux en expérimentant à des températures plus élevées, de façon à rechercher les conditions de formation de ferrosiliciums plus riches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'alcool amylique racémique.* Note de MM. **P. Freundler** et **E. Damond**, présentée par M. H. Moissan.

L'alcool amylique racémique, $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\!\! \begin{matrix} H \\ CH^2OH \end{matrix}$, n'a été obtenu jusqu'à présent que par réduction de l'aldéhyde tiglique [1] et par racémisation de l'alcool actif [2]. Ces deux méthodes sont fort peu avantageuses à cause de la rareté des matières premières.

On peut préparer cet alcool dans de bien meilleures conditions en utilisant un procédé analogue à celui qui a servi à M. Locquin [3] dans le cas de l'alcool isoamylique ordinaire $(CH^3)^2.CH.CH^2.CH^2OH$.

Ce procédé consiste à condenser le dérivé magnésien du bromure de butyle secondaire avec le trioxyméthylène

$$CH^3.CH^2.CH \!<\!\! \begin{matrix} MgBr \\ CH^3 \end{matrix} + CH^2O = CH^3.CH^2.CH \!<\!\! \begin{matrix} CH^2OMgBr \\ CH^3 \end{matrix}.$$

Le bromure de butyle lui-même a été obtenu en faisant agir le tribromure de phosphore sur l'alcool butylique secondaire; ce dernier provenait de la réduction de la méthyléthylcétone par la méthode de M. Sabatier.

Ce procédé fournit (en tenant compte de la cétone récupérée) en alcool amylique bouillant de 127° à 130°, les $\frac{7}{10}$ du poids de la méthyléthylcétone, soit plus de 60 pour 100 du rendement théorique.

Voici comment il convient d'opérer :

I. *Réduction de la méthyléthylcétone.* — Cette réduction s'effectue à 140°, suivant

(1) Herzig, *Monatshefte*, t. III, p. 123.
(2) Frankland et Price, *Chemical Society*, t. LXXI, p. 255.
(3) Locquin, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIII, p. 599.

les prescriptions indiquées par MM. Sabatier et Senderens et par M. Brunel pour la préparation du cyclohexanol. L'alcool est ensuite séparé très facilement de l'excès de cétone par distillation fractionnée. Après trois ou quatre tours de fractionnement, on recueille un produit presque pur, qui bout à 99°-99°,5.

II. *Transformation de l'alcool en bromure.* — On fait tomber goutte à goutte du tribromure de phosphore (1^{mol}) dans de l'alcool butylique secondaire refroidi à 0° (2^{mol}); après 12 heures de repos à froid, on chauffe au bain-marie tant qu'il se dégage du gaz bromhydrique. Ce traitement provoque la séparation d'acide phosphoreux au sein de la liqueur, qui était primitivement limpide. On précipite ensuite par l'eau glacée, on lave, on sèche et l'on rectifie.

Le rendement en bromure pur, bouillant à 91°-92°, dépasse 83 pour 100 du rendement théorique.

III. *Transformation du bromure en alcool amylique.* — Cette dernière opération ne fournit de bons rendements que lorsqu'on emploie la quantité théorique de trioxyméthylène desséché à 100° dans le vide; de plus, il est nécessaire de modérer l'action du magnésium sur le bromure en ajoutant à l'éther quelques gouttes de sulfure de carbone ou d'un produit analogue. On évite ainsi presque entièrement la formation de butylène et de butane.

Le magnésien étant ainsi préparé, on introduit en une seule fois le trioxyméthylène qui se dissout presque intégralement, et l'on achève la réaction en chauffant 24 heures au bain-marie.

Dans ces conditions, on obtient du premier coup 73 pour 100 d'alcool amylique pur et environ 7 pour 100 du *formal* correspondant $CH^2\begin{matrix}\diagup OC^5H^{11}\\ \diagdown OC^5H^{11}\end{matrix}$; ce dernier est liquide et bout à 205°.

L'action retardatrice de certaines substances sur la formation des dérivés magnésiens a été signalée récemment par M. Bischoff [1] et par M. Ahrens [2]; nous l'avons constatée dans beaucoup d'autres cas dans lesquels cette influence, loin d'être favorable comme pour l'alcool amylique, empêche totalement l'attaque du magnésium par le dérivé halogéné. C'est ce qui se produit notamment dans la préparation du triphénylcarbinol, lorsqu'on emploie l'éther à 65° du commerce sans l'avoir soumis à des traitements à l'acide sulfurique; cet éther renferme, en effet, de l'aldéhyde et des produits sulfurés, dont il ne peut être débarrassé par un contact, même prolongé, avec du sodium.

---

(1) *Berichte*, t. XXXVIII, p. 2078.
(1) *Berichte*, t. XXXVIII, p. 3260.

MINÉRALOGIE. — *Diffusion du baryum et du strontium dans les terrains sédimentaires; épigénies; druses d'apparence organique.* Note de M. **L. Collot**, présentée par **M. A. Lacroix.**

On sait que le baryum et le strontium existent en petites quantités dans l'eau des mers, dans les sédiments desquelles ils passent à l'état de sulfates. Ceux-ci se sont ensuite concentrés en cristaux apparents sur des points privilégiés.

Ainsi j'ai observé la barytine dans l'intérieur d'Ammonites pyritisées, soit du callovien inférieur de la vallée de Vauvenargues (Bouches-du-Rhône), soit de l'aptien supérieur à *Ammonites Milleti* du col de Moriez (Basses-Alpes). En cristaux groupés radialement, la barytine forme des concrétions volumineuses dans les marnes miocènes de la tranchée de la gare de Mézel (Basses-Alpes).

La barytine a quelquefois subi de remarquables épigénies par la calcite ou par le quartz, qui, au premier abord, font méconnaître l'origine des échantillons. Sur les Ammonites pyriteuses de la zone à *Am. Renggeri* du Jura sont accolés des cristaux blancs, opaques, de barytine apotome (Haüy) à peu près totalement épigénisés en calcite.

Des concrétions globuleuses du lias supérieur de l'Auxois (à *Turbo subduplicatus*), atteignant à peine 3^{cm} de diamètre, présentent à la surface des fossettes un peu irrégulières. Les crêtes entre celles-ci sont formées par la juxtaposition, probablement suivant les faces *p*, de petits cristaux allongés sur une diagonale de base, ce qui produit des stries perpendiculaires à l'arête de la crête et une dentelure de celle-ci. Par HCl, la matière fait une effervescence prolongée et le résidu donne au chalumeau la réaction du baryum. Ce sont donc des concrétions de barytine en partie transformées en calcite. L'apparence de ces petites boules a induit en erreur Michelin et d'Orbigny, qui les ont considérées comme des Polypiers ou des Spongiaires, le premier sous le nom d'*Astræa confluens,* le second sous celui de *Stellispongia fasciculata* (1).

Des boules plus grosses que le poing, de Pesmes (Doubs), appartenant probablement aux marnes kiméridgiennes, sont toutes creusées de fossettes de 3^{cm}.

(1) *Prodrome,* 1847 : *Ét. toarcien,* n° 287.

Les crêtes qui délimitent celles-ci résultent de la juxtaposition de cristaux allongés radialement, à section rhombique. Les pointements sont brisés; sous la surface rugueuse, on ne trouve que du quartz compact, jusqu'au centre, ou bien celui-ci est creux, et rarement un noyau de baryte, reconnaissable au chalumeau, y a subsisté.

Par analogie, j'attribuerai à des druses de barytine l'origine de concrétions des marnes oxfordiennes de Palente, près Besançon. La surface est irrégulièrement alvéolée, avec des crêtes dont la silicification a presque effacé les stries. Sous la croûte siliceuse, l'intérieur est rempli de calcite limpide diversement orientée. La disparition de la barytine est complète.

La célestine est connue dans l'argile plastique et dans les marnes vertes des environs de Paris. Je l'ai vue dans des couches à peu près de même âge que celles-ci à Sainte-Radegonde, près Apt, en concrétions botryoïdes de sable siliceux cimenté par le sulfate de strontiane, avec un peu de sulfate de baryte. Ces nodules sont dans des sables marneux verdâtres, qui recouvrent immédiatement le lignite à *Palæotherium* et qui renferment du gypse.

J'ai signalé déjà [1] une célestine un peu plus récente que celle de Sainte-Radegonde, en cristaux bacillaires, allongés parallèlement à pe^1, enchevêtrés, formant une plaque de 25^{mm} d'épaisseur entre les feuillets du calcaire oligocène, entre Aix et Eguilles (Bouches-du-Rhône).

Le crétacé supérieur de Méjean (Bouches-du-Rhône) m'a fourni une cristallisation nette de célestine dans le creux, d'ailleurs tapissé de petits scalénoèdres de calcite, d'un *Hippurites Toucasi*. Le cristal principal, assez gros, présente les faces e^1 prédominantes, m, avec une petite facette a^2. Le cristal, allongé suivant $e^1 e^1$, est incolore, sauf une région intermédiaire limitée en dessous par un dièdre mm saillant vers le haut, et en dessus par un plan h^1, qui est bleue.

Dans le néocomien de Rognes (Bouches-du-Rhône), j'ai recueilli une *Ammon. simplus* d'Orb. dont la chambre d'habitation est moulée par le calcaire, tandis que la partie cloisonnée est un noyau de célestine laminaire.

Ce minéral forme des plaques fibreuses bleuâtres dans le même étage auprès de Ganges (Hérault) et à Vassy (Haute-Marne), ainsi que dans le lias de Mézières.

Des cristaux fibrolamellaires de célestine ont minéralisé un bois fossile de l'oxfordien marneux à *Am. Renggeri* de Jonchery (Haute-Marne), tandis qu'à Conliège-Périgny, près Lons-le-Saulnier, elle s'allonge en grands cristaux dans les fentes des septaria.

---

(1) *Descr. géol. envir. Aix, Montpellier,* 1880; p. 111.

L'oxfordien supérieur exploité près de Dôle pour chaux hydraulique m'a fourni de grosses concrétions où la célestine a subi la même pseudomorphose qu'ailleurs la barytine. Elles sont subcylindriques, confusément hérissées de pyramides rhombiques à surface rugueuse. Extérieurement formées de quartz, elles sont généralement creuses à l'intérieur, mais renferment souvent un résidu de sulfate de strontiane.

Les sulfates ci-dessus étudiés ont cristallisé dans les loges des Ammonites ou à leur surface alors que leur moulage par la pyrite était déjà effectué. Il en est de même dans la coquille restée close de l'Hippurite. Dans ces exemples, auxquels on pourrait sans doute en ajouter beaucoup d'autres, ils apparaissent comme des ségrégrations, par l'eau imbibant les sédiments, du sel alcalino-terreux diffus dans la masse. Les concrétions des marnes et grès, les plaques fibreuses, dans des terrains allant du miocène au lias, impliquent un transport analogue. La célestine d'Aix, que j'avais autrefois regardée comme un apport de source minérale, n'est probablement elle-même qu'un produit propre de la lagune saumâtre qui a donné le gypse. Dans certains cas, postérieurement à la cristallisation des sulfates, les épigénies sont encore venues compliquer le phénomène.

Plusieurs enseignements se dégagent de ces faits :

1° Diffusion du baryum et du strontium dans des sédiments géologiques très divers;

2° Nouveaux exemples de ces transformations que subit la matière des roches après la sédimentation;

3° Méconnaissance possible de la formation de certains corps qui auront été ultérieurement dissous, avec ou sans remplacement par d'autres;

4° Classement comme produits purement minéraux de concrétions faussement interprétées comme squelettes d'invertébrés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'accroissement du poids sec des plantes vertes développées à la lumière, en inanition de gaz carbonique, dans un sol artificiel amidé.* Note de M. **Jules Lefèvre**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous avons montré [1] que la plante verte, mise à la lumière, en inanition de gaz carbonique, peut se développer dans un sol artificiel amidé.

De quelle nature est ce développement? S'agit-il réellement d'une création de tissus normaux? La plante a-t-elle vraiment fait une synthèse de matière? Ou bien, au contraire, ne s'agit-il que d'un accroissement artifi-

---

[1] Jules Lefèvre, *Sur le développement des plantes vertes à la lumière,* etc. (*Comptes rendus,* 17 juillet 1905).

ciel, d'une simple poussée aqueuse, analogue à celle des plantules développées dans l'obscurité? Il faut le savoir.

A la vérité, cette dernière hypothèse, celle de la simple poussée aqueuse, est déjà contredite par les deux faits essentiels suivants :

1° L'examen histologique révèle chez les plantes développées en sol artificiel amidé, à l'abri de CO^2, *la création de tissus normaux* (¹);

2° L'expérience montre que, chez les mêmes plantes, en sol *non amidé* à l'abri de CO^2, aucun développement ne se fait (²).

Pour écarter toute équivoque, nous avons cependant cherché une preuve directe de la synthèse matérielle opérée par nos plantes, en comparant les *poids secs* de ces plantes, *avant* et *après* leur développement sous cloche.

Si les poids secs ne changent pas, la croissance de nos plantes n'est qu'une poussée d'hydratation.

Si les poids secs augmentent, la croissance de nos plantes correspond bien à une création de matière; le carbone des amides a été utilisé.

Voici deux études, l'une sur *Cresson alénois*, l'autre sur *Basilic :*

I. *Épreuve sur Cresson.* — Deux pots A et B sont préparés avec terre artificielle (sable calciné, mousse stérilisée), minéralisée comme d'habitude. A contient des amides; B n'en contient pas. Chacun de ces pots reçoit environ 40 graines de cresson. Au bout de 3 semaines de développement normal, on pèse un lot de 10 plantules de A et un lot de 10 plantules de B, ces plantules ayant été préalablement séchées pendant 3 jours dans l'étuve sèche à 45°.

Puis, les pots, contenant encore chacun 30 plantules, sont mis sous cloche en présence de la baryte, selon notre technique usuelle, pendant 10 jours. Comme on devait s'y attendre, les plantules de A se sont développées, celles de B n'ont pas changé.

On les sèche à l'étuve à 45° et on les pèse.

Voici le résultat bien clair de l'expérience :

			g
Poids sec de 10 plantules	avant la mise sous cloche		0,022
	après 10 jours sous cloche	B (non amidé)	0,024
		A (amidé)	0,070

Le lot A a triplé son poids; le lot B est resté invariable.

II. *Épreuve sur Basilic.* — La marche de l'expérience est la même que précédemment. Les plantules de A (à amides) ont grandi depuis 4^{cm} jusqu'à 16^{cm}; les feuilles se sont considérablement développées, et leur nombre s'est élevé de 6 à 33. Au contraire, les plantules de B (sans amides) ne se sont développées que de 4^{cm} à $4^{cm},5$ et le nombre des feuilles n'a pas changé.

(¹) JULES LEFÈVRE, *Ibid.*
(²) JULES LEFÈVRE, *Ibid.*

Voici le résultat des pesées :

Poids sec de 10 plantules	avant		g 1
	après 14 jours de cloche	B (sans amides)	1,2
		A (avec amides)	3,5

Les plantules de A ont triplé leur poids; l'une d'elle l'a même *sextuplé;* le lot B est resté invariable.

La conclusion est décisive et se résume dans cette formule :

La croissance des plantes vertes en sol amidé, à l'abri de CO^2, *est accompagnée d'une rapide augmentation de leur poids sec. Il s'agit donc essentiellement, non d'une poussée aqueuse, mais d'un véritable travail de synthèse.*

CRYPTOGAMIE. — *Sur la structure et l'évolution du* Rhacodium cellare. Note de M. F. Guéguen, présentée par M. Guignard.

La moisissure des caves connue des mycologues sous le nom de *Rhacodium cellare* Persoon paraît avoir été mentionnée pour la première fois au XVIIe siècle, dans les écrits de Ray et dans ceux de Plukenet qui la décrit en ces termes : *Fungus spongiosus niger, pannum laneum textura similans, doliolis vinosis adnascens*. Parmi les nombreuses diagnoses qui en ont été données depuis, les plus complètes sont celles de Lamarck et de Candolle (*Fl. franç.*, 1805) et d'Elias Fries (*Systema mycologicum*, 1829) que les auteurs modernes n'ont guère fait que reproduire et commenter. Il est singulier que les conidies de ce Champignon aient échappé à l'attention de tous les observateurs anciens, et n'aient été signalées qu'en 1893 par M. Schröter, qui a obtenu le premier la germination et sommairement décrit les conidiophores de cette Dématiée.

Le *Rhacodium cellare* forme dans les caves et les celliers ces amas brun noirâtre bien connus, d'aspect et de toucher cotonneux, qui recouvrent les bouteilles et les douves des tonneaux. Il est formé d'un lacis de filaments mycéliens bruns, cloisonnés, à membrane d'épaisseur variable et d'autant plus scabre qu'elle est plus épaisse. Réduits à des granulations plus ou moins serrées sur les membranes jeunes, les ornements peuvent prendre avec l'âge l'aspect de verrues inégales, serrées les unes contre les autres, ou même de proéminences en doigt de gant, plus ou moins obliquement insérées sur la paroi dont elles émanent. Ces ornements de la membrane ne paraissent pas encore avoir été remarqués. L'extrémité des hyphes est quelquefois terminée par un renflement irrégulièrement bosselé, mais le plus souvent, surtout vers le centre des amas thallins, elle est surmontée de bouquets conidiens plus ou moins compacts, formés d'éléments sessiles de taille inégale, ovoïdes et continus ou bien allongés et septés-

étranglés. La membrane, sensiblement incolore et lisse dans les très jeunes éléments, devient finalement brunâtre et irrégulièrement rugueuse.

En certains points de la surface du thalle ou dans les cavités qui occupent le centre des vieux myc éliums, on aperçoit des corps punctiformes noirâtres signalés seulement par Fries, bien qu'ils paraissent avoir été figurés dès 1768 par Dillenius (*fig.* 12 de la *Pl. I* de son *Historia muscorum*). Ceux que j'ai étudiés consistent en masses brunes, arrondies, ovoïdes ou limoniformes, d'un tiers à un demi-millimètre de hauteur, posées sur le mycélium auquel les rattachent de nombreux filaments. Je n'y ai trouvé, par la dissection ou par les coupes, ni la gelée interne ni les sporidies décrites par Fries, mais seulement du mycélium brun, serré à la périphérie, lâche au centre.

J'ai pu obtenir, à partir d'une seule conidie ou même d'un seul article mycélien, des cultures cellulaires du champignon, à l'aide desquelles j'ai pu le propager sur divers milieux nutritifs solides et en grandes surfaces. A +22°, la conidie, sans se gonfler sensiblement, s'éclaircit et laisse apercevoir par transparence deux ou plusieurs guttules; au bout de 15 à 18 heures, elle émet latéralement ou par la base une hyphe (rarement deux) incolore, lisse, réfringente, binucléée, qui se cloisonne et se ramifie dès la quarantième heure. Dans les mêmes conditions, les articles mycéliens scabres émettent, par leurs extrémités brisées ou par une déchirure latérale, une hernie transparente renfermant deux noyaux et qui bientôt se cloisonne et se ramifie. Vers le sixième jour, les cultures de l'une et de l'autre origine sont couvertes d'un lacis de filaments de différents calibres, les uns scabres et d'un brun fauve, les autres ruguleux et plus clairs; les parois sont simplement ondulées ou même totalement lisses dans les hyphes immergées. Au bout d'une semaine apparaissent sur les filaments radiants, à une même distance du centre commun, de nombreuses anastomoses à angle aigu, s'opérant suivant les modes les plus variés entre branches principales ou rameaux contigus. Ces anastomoses deviennent réfringentes et brunissent, se compliquant de ramuscules trapus, inégalement bosselés et capricieusement contournés; il en résulte finalement, soit des plages de pseudoparenchyme, soit des sclérotes noirâtres isolés ou coalescents. Je n'ai pas réussi jusqu'à présent à voir se différencier, au sein de ces amas stomatiformes, des corps disséminateurs tels que des conidies ou des spores, qui m'eussent permis de vérifier l'exactitude des vues de Richon sur la parenté de son *Cephalotheca cellaris* avec le *Rhacodium*.

L'appareil conidien se forme de la façon suivante : une hyphe brune et cylindrique, à cloisons espacées et à membrane échinulée, se dresse dans l'air. Elle émet d'abord à son sommet, puis à diverses hauteurs au niveau des cloisons, des verticilles de rameaux divergents, rapidement allongés et septés, qui produisent eux-mêmes soit des bou-

quets de conidies, soit des générations successives de ramuscules verticillés de plus en plus courts. L'ensemble constitue un arbuscule brun, rappelant à certains égards les *Cladosporium* et les *Hormodendron*, et dont les éléments les plus jeunes sont semblables aux conidies observées *in situ*. De pareilles fructifications se développent en abondance sur les milieux solides les plus divers (carotte, pomme de terre, topinambour, gélatine et gélose, extrait de malt, bois de chêne et de hêtre, etc.) qu'elles recouvrent d'un fin veloutis dont l'aspect rappelle tantôt celui des cultures de *Cladosporium herbarum* (*Rhacodium* sur topinambour), tantôt celui des cultures de *Botrytis cinerea* (*Rhacodium* sur bois). Si le substratum est très nutritif, les arbuscules n'apparaissent que lorsque l'aliment commence à s'épuiser et restent généralement courts; si le milieu est pauvre en principes alibiles, la sporulation est plus précoce et les conidiophores acquièrent une taille plus considérable.

Dans des cultures cellulaires de six mois sur bouillon glucosé, j'ai observé des productions filamenteuses dressées, coudées plusieurs fois à angle droit et quelquefois rameuses. Je les considère comme des formes d'involution des conidiophores.

PHARMACOLOGIE. — *Sur le juglon.*

Note de MM. **Brissemoret** et **R. Combes**, présentée par M. Guignard.

Depuis les travaux de Mylius [1] et ceux de Bernthsen et Semper [2], on admet que le juglon, oxynaphtoquinone 1-4-8 $C^{10}H^{5}\left\langle\begin{matrix}O^{2}\\ OH\end{matrix}\right.$ ne préexiste pas dans le brou de noix.

Nous ne pensons pas que cette opinion soit exacte : le juglon existe préformé dans tous les organes verts du noyer (feuilles, tiges, brou).

Il suffit pour s'en convaincre d'immerger dans du chloroforme officinal l'organe végétal non dilacéré, aussitôt après sa récolte : la dissolution du juglon commence immédiatement et se poursuit pendant plusieurs heures, en donnant un liquide jaune d'or. La solution chloroformique additionnée de son volume d'éther de pétrole, abandonnée au repos pendant 24 heures, filtrée, est évaporée à cristallisation; le juglon se dépose sous forme d'aiguilles jaune rouge.

Cette quinone a été caractérisée :

1° Par son entraînement par la vapeur de chloroforme;

2° Par la coloration violette puis rouge qu'elle développe au contact de quelques gouttes d'une solution aqueuse d'ammoniaque;

---

(1) *Deutsch. chem. Gesell.*, t. XVII, p. 2411; t. XVIII, p. 463.

(2) *Deutsch. chem. Gesell.*, t. XVIII, p. 280.

3° Par la formation d'un sel de cuivre rouge lorsqu'on agite quelques centimètres cubes de sa solution éthérée avec une solution diluée de sulfate de cuivre;

4° Par le point de fusion de son dérivé diméthylaminé obtenu par la méthode de Mylius (agitation à l'air d'une solution de juglon dans un soluté aqueux de diméthylamine) : nous avons obtenu ainsi des paillettes violet brun de la combinaison $C^{10}H^5O^3 - Az\langle{}^{CH^3}_{CH^3}$, fondant à $+149°$; ces cristaux chauffés avec HCl concentré nous ont fourni, par refroidissement, des aiguilles jaunâtres, se décomposant vers 220° (mode de formation et caractère de l'oxyjuglon).

Ces différentes propriétés sont celles de l'oxynaphtoquinone 1-4-8.

La diffusion du juglon est très grande dans la famille des Juglandées : nous avons pu le caractériser dans *Juglans regia, J. nigra, J. cinerea, Carya olivæformis, Pterocarya caucasica.*

Pour le localiser nous avons employé :

1° L'ammoniaque en solution aqueuse. La coloration violette, puis rouge, que donne ce réactif avec le juglon est facile à différencier de la coloration rougeâtre qu'il fournit avec le tanin des *Carya :* ce tanin rentrant dans la catégorie des tanoïdes galliques colorables en rose ou en rouge par l'ammoniaque (tanoïdes des *Carya*, des *Nymphæa*, des *Rhus*).

2° L'azotate de cuivre, en solution diluée, qui colore en rouge carmin les cellules à juglon.

Tiges. — Dans les tiges de *Juglans regia, J. nigra, J. cinerea,* de *Pterocarya caucasica,* le juglon est localisé dans le liber : les cellules qui le renferment sont groupées en assises alternant avec des amas de cellules scléreuses. Nous n'avons pas trouvé de juglon dans les tiges de *Carya olivæformis, C. amara, C. porcina.*

Il ne disparaît pas des tiges par la dessiccation et nous avons pu le caractériser dans une écorce de *Juglans cinerea* séchée depuis plus de dix ans.

Feuilles. — Le juglon est contenu dans les cellules du parenchyme entourant les nervures des feuilles de *Juglans regia, J. nigra, Pterocarya caucasica :* il est surtout abondant dans les cellules voisines des amas scléreux qui limitent les faisceaux libéro-ligneux. La disparition du juglon dans le liber de la tige et son apparition dans le parenchyme de la gaine a lieu au point où la gaine s'attache à la tige.

Dans *Carya olivæformis* il est localisé également dans le parenchyme entourant les nervures, mais les cellules qui le contiennent forment des amas au voisinage de l'épiderme inférieur.

A l'époque à laquelle ces recherches ont été faites, avec les feuilles de *C. amara, C. porcina* (octobre), nous n'avons pu y déceler le juglon.

Le juglon disparaît des feuilles, qui en contiennent, pendant leur dessiccation.

Fruits. — Dans les fruits de *Juglans regia,* de *J. nigra,* le juglon est localisé dans mésocarpe : les faisceaux libéro-ligneux qui parcourent le fruit en sont complètement dépourvus : dans les feuilles comme dans le péricarpe, le juglon est donc localisé dans

les mêmes tissus; il se trouve en abondance dans les parenchymes, et les faisceaux libéro-ligneux n'en contiennent pas.

Nous n'en avons pas trouvé dans les fruits de *Carya porcina* et de *C. amara*.

Il disparaît des brous pendant leur dessiccation.

Racines. — Les racines de *Juglans regia* en fournissent beaucoup; on le localise dans les cellules du liber et surtout dans le parenchyme cortical.

Le juglon appartient à cette catégorie de quinones qui, possédant une fonction peroxyde, peuvent passer par tautomérie à la forme dicétonique; aussi présente-t-il des propriétés physiologiques intéressantes.

L'un de nous a montré que le juglon, comme les dicétones quinoniques, était un cathartique et que l'écorce de *J. cinerea* lui devait son action purgative (1).

Mais, en tant que quinone peroxyde, le juglon oxyde les matières organiques par soustraction d'hydrogène; nous avons pensé que cette propriété pouvait faire du juglon un modificateur des éléments anatomiques de la peau; l'expérience a confirmé cette hypothèse.

Sur peau de lapin, l'application pendant 24 heures d'une pommade préparée avec juglon $0^{g},20$, lanoline et vaseline *cca* $1^{g},50$, produit : une coloration noire du tégument, la formation de quelques vésicules, un léger œdème, un épaississement et une hypertrophie de l'épiderme qui présente alors de larges sillons; l'action kératolytique intense qu'exerce cette quinone aboutit, une huitaine de jours après l'application du topique, à l'exfoliation de l'épiderme.

Le juglon intervient donc dans l'action rubéfiante de l'écorce fraîche de racine de noyer, action qu'avait autrefois indiquée G. Hoffmann.

En résumé, dans la plupart des plantes de la famille des Juglandées que nous avons pu étudier, on trouve du juglon et c'est à cette substance qu'est due, d'après nos recherches, une partie des propriétés physiologiques des Noyers.

ZOOLOGIE. — *Rhéotropisme de quelques Hydroïdes monosiphonés et des* Bugula. Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai soumis, pendant des temps qui ont varié de 4 à 75 jours, quelques Hydroïdes à hydrocaule monosiphonique à l'action de l'eau agitée; des témoins étaient, à chaque expérience, conservés en eau calme.

---

(1) Brissemoret, *Contribution à l'étude des purgatifs organiques*, Paris, 1903.

Les spécimens étaient tantôt introduits dans un tube dans lequel l'eau coulait avec des vitesses qu'on pouvait régler; tantôt ils étaient soumis à des mouvements de rotation autour de leur axe principal ou à des mouvements hélicoïdaux dont j'ai modifié la vitesse depuis 30 tours jusqu'à 160 tours par minute; tantôt ils étaient abandonnés à une agitation pêle-mêle, parfois désordonnée, avec ou sans pulvérisation d'air.

J'ai opéré sur *Obelia flabellata* Hincks, *Sertularella polyzonias* Linné, *Hydrallmania falcata* Linné, *Antennularia antennina* Linné, *Ant. ramosa* Lamarck, *Plumularia similis* Hincks, espèces qui présentent des modes différents de ramification et dont une seule (*Obelia*) vit à la côte.

De toutes les expériences faites on peut tirer les quelques conclusions qui suivent :

1. Quel que soit le mouvement imprimé à la colonie, les résultats sont les mêmes.

2. L'accélération de la vitesse du courant n'a d'autre résultat que d'accentuer les phénomènes de réaction des colonies.

3. La cormogenèse et le mode de ramification ne sont pas influencés.

4. L'agitation a pour effet principal de provoquer un développement abondant des hydrorhizes qui, par bourgeonnement, donnent rapidement de nouvelles colonies. C'est ce que montrent particulièrement bien les échantillons d'*Obelia flabellata* fixés sur *Donax* et que l'on soumet à un mouvement rapide de rotation ou à un fort courant linéaire. En quelques jours, les stolons fixateurs s'étendent sur une partie notable de la coquille et donnent naissance à de nombreuses hydrocaules.

5. Quand le courant est par trop violent, les hydranthes avec leur hydrothèque peuvent être brisés chez les espèces fragiles comme *Obelia*. Dans ce cas, il se produit à l'extrémité distale des hydranthophores un bourgeon qui régénère l'hydranthe disparu, ansi que l'hydrothèque.

Quand l'agitation de l'eau est moins violente, tout en restant forte, les hydranthes ne sont pas entraînés, mais ils disparaissent néanmoins. Les tentacules se rétractent, la tête et le pédoncule diminuent rapidement de volume et sont finalement résorbés. Puis l'hydrothèque se détache, entraînant souvent dans sa chute le premier ou les deux premiers anneaux qui la suivent immédiatement. Alors l'hydranthophore bourgeonne un nouvel hydranthe, comme dans le cas précédent.

Ce phénomène se produit à la fois sur tous les hydranthes de la colonie, si bien qu'à un moment donné celle-ci ne porte que des hydranthes en voie de régénération.

Il est probable que cette rénovation totale a pour effet une meilleure adaptation des nouveaux hydranthes aux nouvelles conditions extérieures, bien qu'on ne voie pas bien nettement en quoi consiste cette adaptation. Cependant, tandis que l'hydranthophore

de l'hydranthe disparu avait en général quatre annulations à l'extrémité distale, celui du nouvel hydranthe en possède souvent sept. En outre, le diamètre des anneaux de nouvelle formation est de 120^{μ} à 136^{μ}, au lieu de 96^{μ} à 110^{μ}. Ces détails morphologiques semblent propres à mieux assurer l'insertion de l'hydranthe sur son support. Ce qui est certain, c'est que les hydranthes qui disparaissent les premiers sont les hydranthes terminaux qui ont un hydranthophore particulièrement long et relativement peu annelé. Les hydranthes latéraux, à hydranthophore court et annelé sur toute sa longueur, ne sont résorbés que plus tardivement et quelquefois même ne le sont pas.

6. Chez *Obelia*, en même temps que les hydranthes se régénèrent, il se produit des stolons qui sont situés à la base des hydranthophores. Ces stolons restent toujours très courts, ils ne dépassent guère $\frac{8}{10}$ de millimètre. Ce sont vraisemblablement des frustules ou propagules.

Les autres espèces mises en expérience n'ont jamais engendré de stolons quand la colonie était intacte et bien vivante, mais elles en ont donné dans les points où il y avait traumatisme ou nécrose.

7. Les stolons obtenus dans ces conditions sont devenus des hydrorhizes quand ils ont pu trouver un point d'appui, hydrorhizes bourgeonnant rapidement des hydrocaules. Les stolons des colonies maintenues en suspension dans l'eau ont toujours donné des hydranthes.

8. Il résulte de ce qui précède que les bourgeons stoloniques peuvent être le point de départ d'hétéromorphoses. Il est constant, en outre, que, quand un fragment de colonie flotte dans l'eau, son extrémité proximale produit un bourgeon dont les hydranthes sont inversement orientés par rapport à ceux du fragment. Cette disposition tend à donner à la colonie flottante et dépourvue de support une forme symétrique par rapport au plan passant par la section.

9. Le stolon suit, en général, la même direction que l'axe sur lequel il est né, et dont, par suite, il constitue un prolongement.

Dans la régénération d'un rameau sectionné ou frappé de nécrose à son extrémité, le bourgeon régénérateur (stolon) s'allonge d'autant plus, avant de porter des hydranthes, que la partie disparue était plus longue. Ce phénomène fait penser à celui que Levallé et Pasteur ont fait connaître sous le nom de *cicatrisation des cristaux*.

10. Chez les Bryozoaires à colonies dressées et flexibles, l'agitation a aussi pour effet de provoquer un développement exagéré des racines. Des colonies de *Bugula avicularia* Linné, soumises pendant 20 jours à un mouvement de rotation de 100 tours par minute, se sont développées d'une façon normale, mais ont présenté sur leur face dorsale et sur toute leur

longueur un grand nombre de touffes de racines qui n'existent normalement qu'à l'extrémité proximale de la colonie.

PHYSIOLOGIE. — *Influence des hautes altitudes sur la nutrition générale.* Note de MM. H. **Guillemard** et R. **Moog**, présentée par M. Janssen.

Nous avons fait au mois de juillet dernier à Chamonix et au mont Blanc une série d'observations sur l'influence qu'exerce l'altitude sur les échanges nutritifs. M. Janssen, qui a bien voulu nous accueillir avec sa grande bienveillance, nous a permis de séjourner aux observatoires des Grands-Mulets et du Sommet et a facilité notre tâche en nous faisant bénéficier des ressources de la Société du mont Blanc; nous lui exprimons ici tous nos remercîments. Nous remercions également notre maître, M. A. Gautier qui a bien voulu s'intéresser à notre travail et nous aider de ses conseils.

Nos observations ont porté sur les variations que subissent les éléments de l'urine et les rapports urinaires quand on passe de l'altitude de Paris à celle du mont Blanc en suivant un régime alimentaire constant. Les dosages ont été effectués sur l'urine émise successivement à Paris, au mont Blanc, aux Grands-Mulets et enfin à Chamonix. Nous avons passé 5 jours entiers à l'altitude de 4810^{m}, puis 3 jours à 3050^{m}.

Les dosages ont été effectués séparément sur l'urine émise par chacun des deux observateurs. On constate que les chiffres fournis par ces deux séries d'analyses ont constamment varié dans le même sens, quoique de quantités inégales, attestant ainsi que l'effet produit sur deux organismes différents est le même et se présente comme un fait vraisemblablement général.

On peut résumer comme il suit les principaux résultats fournis par l'analyse :

1. Le volume de l'urine éliminée en 24 heures a considérablement diminué pendant les deux premiers jours du séjour au sommet (moyennes à Paris par kilogramme : $14^{cm^3},55$ et $12^{cm^3},65$; moyennes des deux premiers jours au sommet : $9^{cm^3},35$ et $6^{cm^3},53$). Ce fait peut paraître surprenant si l'on considère, d'une part, l'excès de liquide absorbé, d'autre part, la diminution de la transpiration cutanée. Il faut vraisemblablement l'attribuer, soit à l'exagération de l'exhalation pulmonaire que concourent à augmenter la sécheresse de l'atmosphère et l'augmentation de la ventilation pulmonaire, soit à une rétention d'eau par l'organisme, rétention entraînant une hydratation des tissus; nous soumettons actuellement cette question au contrôle de l'expérience. Au cinquième jour le volume de l'urine a dépassé de beaucoup la normale à laquelle il est revenu les jours

suivants. Il se produit une véritable décharge urinaire qui rappelle la crise de certaines maladies infectieuses.

2. La quantité de matériaux fixes éliminés suit une courbe tout à fait analogue à la

Fig. 1.

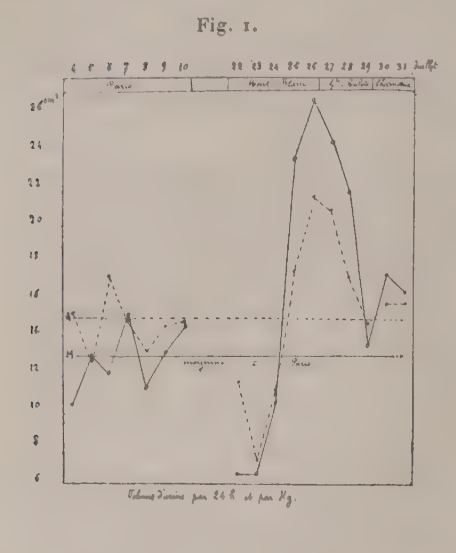
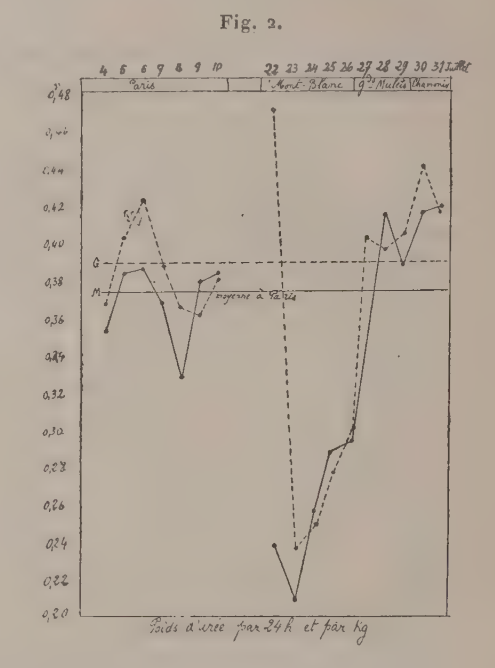


Fig. 2.



précédente; l'alimentation restant la même, il faut conclure qu'il y a au sommet rétention de matériaux fixes coïncidant avec l'insuffisance de la diurèse, puis retour à une

Fig. 3.

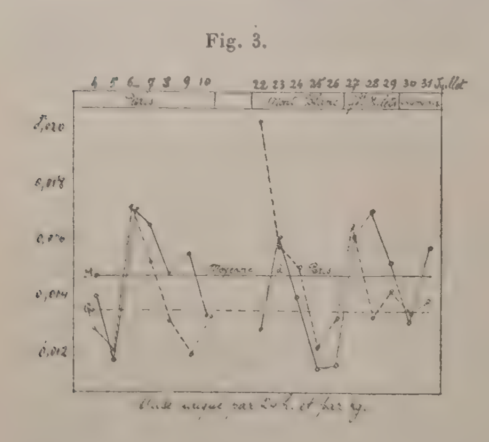
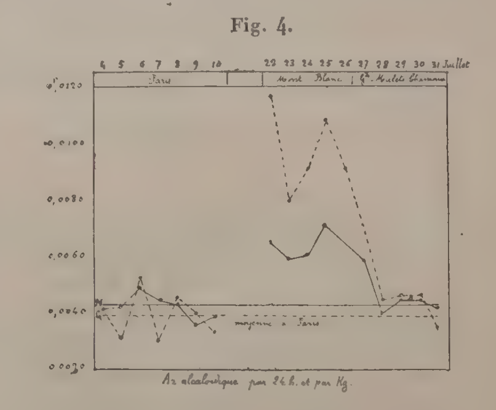


Fig. 4.



élimination normale lorsque la diurèse se rétablit. Cette rétention porte d'ailleurs aussi bien sur les matières minérales que sur les matières organiques; toutefois la diminution

du rapport de déminéralisation indique que nous retenons proportionnellement plus de matériaux salins que de matières organiques, rétention qui concorde avec l'hypothèse déjà indiquée d'une hydratation des tissus.

3. L'azote total et l'urée se comportent de même et il faut conclure à une rétention d'azote pendant la période d'acclimatement, soit, ce qui nous paraît le plus vraisemblable, que l'économie élimine insuffisamment ses déchets azotés, soit qu'elle fixe l'azote sous une forme utilisable; nous ferons remarquer que ce phénomène est sans doute en relation avec la néoformation d'hémoglobine qui exige la fixation d'une notable quantité d'azote.

Il faut remarquer toutefois que l'azote total et l'azote de l'urée ne décrivent pas deux courbes parallèles. En effet, le rapport azoturique subit lui-même une diminution considérable; l'azote uréique diminue proportionnellement plus vite que l'azote total, il y a élimination plus considérable de substances azotées incomplètement oxydées. Notamment l'azote éliminé sous forme de substances alcaloïdiques a subi du fait du changement d'altitude une brusque et considérable augmentation; aussi en raison de la diminution de l'azote total, le rapport azote alcaloïdique augmente-t-il beaucoup. Ces fait sont évidemment en relation avec la diminution de la tension de l'oxygène dans l'atmosphère et celle des combustions organiques. Ils trouvent aisément leur explication dans la théorie du fonctionnement anaérobie du protoplasma cellulaire telle que l'a établie M. A. Gautier en 1881. M. Gautier a montré en effet que la cellule animale fonctionne anaérobiquement dans son protoplasma et forme des leucomaïnes qui sont détruites à la périphérie de la cellule grâce à l'arrivée du sang oxygéné; si, comme dans le cas actuel, l'oxygène vient à diminuer, on retrouve dans l'urine ces substances insuffisamment brûlées; elles mesurent pour ainsi dire l'intensité de la vie anaérobie des cellules.

Si l'on rapproche de cet excès de substances alcaloïdiques le fait, déjà constaté, de la rétention d'éléments azotés, il est probable que l'économie retient une certaine quantité de ces substances dont quelques-unes sont fort toxiques. Nous pensons que cette auto-intoxication par insuffisance passagère de la diurèse explique quelques-uns des symptômes du mal de montagnes (céphalalgie, somnolence, anorexie, vomissements, etc.).

4. L'acide urique ne présente pas de variations caractéristiques; les quantités éliminées oscillent autour de la même moyenne, en plaine et en montagne. Ce fait vient à l'appui de la théorie qui veut que l'acide urique soit un produit de dédoublement et non d'oxydation. En raison de la diminution de l'urée, le rapport $\frac{\text{acide urique}}{\text{urée}}$ subit une augmentation considérable; proportionnellement à la quantité d'urée éliminée, nous éliminons donc beaucoup plus d'acide urique en montagne qu'en plaine.

5. L'étude des coefficients cryoscopiques a donné les résultats suivants : les trois coefficients $\frac{\Delta V}{P}$, $\frac{\delta V}{P}$ et $\frac{\Delta}{\delta}$ ont subi pendant les deux premiers jours du séjour au sommet un abaissement considérable, puis ont regagné la normale pendant les deux jours suivants. La diminution du coefficient $\frac{\Delta V}{P}$ qui mesure la diurèse moléculaire totale

indique un ralentissement de la vitesse du sang dans les glomérules. La diminution du coefficient $\frac{\Delta}{\delta}$ qui mesure le taux des échanges moléculaires dans les canalicules urinaires doit être rapportée à la même cause. La diminution du coefficient $\frac{\delta V}{P}$ qui mesure la dépuration urinaire indique une rétention de produits toxiques.

Conclusions. — On peut conclure de ces faits que l'action des hautes altitudes sur la nutrition se traduit par les phénomènes suivants : diminution des oxydations, diminution de la diurèse, rétention d'éléments fixes. Cette action se fait sentir brusquement en même temps que se produit le changement d'altitude, puis, du quatrième au huitième jour suivant, on constate un retour progressif à la normale.

PHYSIOLOGIE. — *La rate et la sécrétion biliaire.* Note de M. **N.-C. Paulesco**, présentée par M. Armand Gautier.

La rate exerce-t-elle quelque influence sur la sécrétion de la bile? Telle est la question que nous nous sommes posée et à laquelle répond le présent travail.

Méthode (¹). — Nous avons analysé :

1° La bile vésiculaire d'un certain nombre de chiens ayant leur rate (27 analyses);

2° La bile vésiculaire d'un certain nombre de chiens dératés (19 analyses);

3° La bile vésiculaire (obtenue par ponction aspiratrice de la vésicule, après laparatomie) des mêmes chiens *avant* et *après* l'ablation de la rate (13 analyses sur 3 chiens).

Résultats. — Les résultats de ces analyses (rapportés à 10^{cm^3} de bile) se trouvent consignés dans les deux Tableaux suivants (²) :

Le Tableau I donne les chiffres les plus faibles et les plus forts obtenus dans 27 ana-

(¹) Pour les détails de la technique et des expériences, ainsi que pour l'historique de la question, voir *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1905.

(²) Dans ces Tableaux, les chiffres qui mesurent la *teinte de la bile* représentent l'épaisseur d'une colonne de bile (c'est-à-dire le nombre des divisions du colorimètre

lyses de bile de chiens ayant leur rate et dans 19 analyses de bile de chiens dératés (depuis 9 à 158 jours).

TABLEAU I.

	27 analyses. Chiens avec rate.	19 analyses. Chiens sans rate.
Teinte de la bile.........	1 à 16	1 à 15
Poids de la bile.........	10,14–10,48	10,24 –10,68
Extrait sec.............	1,37– 2,33	1,69 – 2,44
Eau....................	8,03– 8,85	7,84 – 8,46
Matières minérales......	0,15– 0,21	0,16 – 0,20
Résidu alcoolique.......	0,04– 0,124	0,06 – 0,25
Sulfate de baryum.......	0,06– 0,09	0,056– 0,09

Le Tableau II suivant donne les chiffres obtenus dans une de nos expériences où, chez un même animal, nous avons pratiqué six analyses de bile : *deux avant* la splénectomie et *quatre après* la splénectomie (21, 39, 56 et 66 jours après cette opération).

TABLEAU II.

	Avant la splénectomie.	*Après* la splénectomie.			
		21 jours.	39 jours.	56 jours.	66 jours.
Teinte de la bile......	7 à 6	6,5	6,5	7	15
Poids de la bile......	10,37–10,36	10,40	10,34	10,38	10,31
Extrait sec..........	2,12– 1,96	2,23	2,23	2,38	1,69
Eau................	8,25– 8,40	8,17	8,11	8	8,62
Matières minérales...	0,20– 0,19	0,20	0,19	0,19	0,17

Conclusions. — De ces résultats nous croyons pouvoir conclure que :

1° La bile vésiculaire des chiens dératés ne diffère pas d'une façon notable, quant à sa composition, de la bile vésiculaire des chiens sains ayant leur rate intacte.

2° Chez le même chien, il n'y a pas de différence notable et constante entre la composition de la bile avant et après la splénectomie.

Dans les conditions de nos expériences, *la rate n'exerce donc aucune influence manifeste sur la formation de la bile.*

Dubosq occupées par la colonne de bile) ayant une teinte identique à celle d'un verre coloré étalon.

Le poids de la bile, celui de l'extrait sec, de l'eau, des cendres et du résidu alcoolique ont été déterminés par les procédés habituels.

Pour établir la proportion des acides biliaires (spécialement taurocholique), nous avons dosé le soufre de l'extrait alcoolique et nous l'avons pesé sous la forme de sulfate de baryum.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la formation de l'hémoglobine chez l'embryon.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **Albert Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une précédente Communication ([1]) nous avons insisté sur l'intérêt que présente l'étude des albuminoïdes de l'œuf pour l'intelligence des phénomènes chimiques corrélatifs à l'embryogenèse. Tout en poursuivant l'examen de la vitelline de l'œuf de poule, dont l'un de nous publiera prochainement les résultats détaillés, nous avons continué nos recherches sur l'hématogène.

On sait que sous ce nom Bunge a désigné une nucléo-protéide ferrugineuse complexe destinée à fournir le fer indispensable à l'élaboration de l'hémoglobine chez le poulet. Après avoir décrit un mode de préparation avantageux de cette substance, nous en avons déterminé la composition élémentaire ([2]) sur un échantillon aussi pur que possible. Nous nous proposons d'étudier, dans cette Note, la constitution de l'hématogène considéré comme une hémoglobine embryonnaire.

1° Kossel ([3]) avait déjà montré que le produit désigné par lui sous le nom de *nucléine du jaune d'œuf* ne donnait pas de xanthine ni de corps analogue par hydrolyse. Nous avons constaté, à notre tour, que, malgré son allure générale de protéide et sa teneur élevée en phosphore, l'hématogène n'est ni une nucléo-albumine, ni une nucléine, le dédoublement par les acides ne détachant de sa molécule ni composés puriques, ni hydrates de carbone.

L'œuf de poule ne paraît pas renfermer de matière protéique susceptible de fournir par hydrolyse la xanthine et ses satellites habituels : ceux-ci n'apparaissent que pendant le développement de l'embryon.

2° Sous l'action prolongée des acides chlorhydrique ou sulfurique à 50 pour 100, l'hématogène se dédouble en trois groupes de substances :

([1]) Hugounenq et Morel, *Comptes rendus,* 10 avril 1905.

([2]) Dans note première Note, nous ne signalions que des traces de soufre dans l'hématogène. Des recherches plus complètes nous ont permis de fixer à 0,57 pour 100 la proportion de cet élément.

([3]) Kossel, *Zeitsch. f. physiol. Ch.,* t. X, p. 248.

des corps volatils, des acides amidés solubles et un pigment ferrugineux insoluble.

A. Les corps volatils comprennent : de l'ammoniaque et des composés azotés entraînant la moitié de l'azote total; on y trouve également des composés sulfurés.

B. Les acides amidés représentent 30 pour 100 de l'azote total. Comme ceux qui proviennent des albuminoïdes, ils sont constitués par un mélange d'acides monoamidés (18 pour 100) et d'acides diamidés (11 pour 100). La proportion élevée de ces derniers est digne de remarque : la même particularité se retrouve pour la globine dérivée de l'hémoglobine.

En même temps que les acides amidés on retrouve, dans la liqueur sulfurique, une matière humique ferrugineuse qui entraîne la moitié du fer et le quart de l'azote de l'hématogène.

C. Quant au pigment insoluble de la liqueur sulfurique, il représente 7 pour 100 de l'hématogène et renferme à la fois du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, du soufre, de l'azote, du phosphore, du fer et, peut-être aussi, de petites quantités de calcium et de magnésium. C'est une substance amorphe d'aspect brun noir, rappelant celui de l'hématine ou des pigments dérivés de cette dernière.

Sa teneur en fer est plus élevée que celle de l'hématogène.

3° En résumé, l'hématogène, qu'on pourrait ranger dans le groupe encore mal défini des paranucléines, est constitué sur le type d'une hémoglobine décomposable en une matière protéique et en un pigment ferrugineux. Mais cette hémoglobine n'est pas étroitement différenciée chez l'embryon comme elle le sera plus tard chez l'adulte. Pendant le développement, l'hématogène évolue probablement pour réaliser l'hémoglobine; mais, obligé sans doute d'assurer dans l'œuf un certain nombre de fonctions, il contient, indépendamment d'une albumine et d'un pigment ferrugineux, une réserve de soufre, de phosphore, de chaux et de magnésie.

Nous poursuivons l'étude du pigment que nous venons de signaler afin d'établir ses relations avec l'hématine et ses dérivés.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'aurore boréale du* 15 *novembre et les perturbations magnétiques des* 12 *et* 15 *novembre*. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

Une aurore boréale a été signalée, le 15 novembre, vers 9^h du soir, en divers points du nord de la France, notamment à Béthune, Caen, Vannes,

et, au large des Sept-Iles, par M. le capitaine Basroger. A Paris, le ciel est resté couvert toute la nuit du 15 au 16, et le phénomène n'a pu être observé; mais les magnétographes du Parc Saint-Maur, du Val-Joyeux, de Nantes et de Perpignan ont enregistré une forte perturbation magnétique, qui a débuté brusquement le 15, à $3^h 25^m$ du soir (temps moyen de Paris), et dont le maximum d'intensité s'est produit précisément vers 9^h du soir.

De $8^h 59^m$ à $9^h 9^m$, la déclinaison, déjà bien inférieure à sa valeur normale depuis 8^h, a subi une diminution de 34′, immédiatement suivie d'un relèvement brusque de 42′ entre $9^h 9^m$ et $9^h 24^m$; les deux composantes horizontale et verticale avaient simultanément un mouvement inverse à celui de la déclinaison. Les aimants sont restés très agités toute la journée du 16.

Une première perturbation magnétique, du même ordre de grandeur, avait été observée dans les mêmes stations le 12. La plus grande oscillation des aimants, à 7^h du soir, était, comme le 15, dans le sens d'une diminution de la déclinaison et d'une augmentation de la composante horizontale, tandis que la variation de la composante verticale était, comme on le remarque le plus souvent, et contrairement à son mouvement du 12, en sens inverse de celui de la composante horizontale.

L'état du ciel n'a permis que de rares observations du Soleil la semaine dernière. Le 12 au matin, on a constaté la présence simultanée de neuf groupes de taches, la plupart dans l'hémisphère nord, à de faibles latitudes; dans le nombre, figurait la première grande tache d'octobre effectuant une seconde rotation, mais notablement diminuée en étendue; elle a dû passer au méridien central le 13 au soir et disparaître vers le 19.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations d'électricité atmosphérique sur la Terre de Graham*. Note de M. **J. Rey**, présentée par M. Mascart.

Pendant le séjour sur la terre de Graham de l'Expédition antarctique française, dirigée par M. le Dr J. Charcot, par 65°04′ de latitude Sud et 65°46′ de longitude Ouest nous avons pu effectuer des mesures du champ électrique de l'atmosphère au voisinage du sol, au moyen d'un électroscope Elster et Geitel et d'un collecteur à sels radio-actifs préparés par M. Curie.

La station d'observation avait été choisie sur un terrain découvert très légèrement ondulé, à quelques mètres seulement au-dessus du niveau de la mer. Avec le concours de M. le lieutenant de vaisseau Matha, quelques

mesures simultanées ont été faites, à l'aide de deux appareils identiques, d'une part à la station, de l'autre en un point bien dégagé de tout obstacle, à la surface même de la mer congelée; la concordance de ces mesures de réduction au plan nous a paru ne laisser aucune incertitude sur les résultats relatifs à la valeur absolue du champ.

Nos mesures portent sur une durée de deux mois; quoique discontinues, nous les avons assez multipliées pour pouvoir donner une idée de la loi de la variation diurne; celle-ci résulte du relevé d'environ 20000 lectures de l'électroscope, effectuées en novembre et décembre 1904.

Au cours de la journée, le champ électrique présente une oscillation simple, avec un minimum très net dans les premières heures de la matinée (vers 4^h30^m) et un maximum très accentué dans l'après-midi (à 2^h30^m).

Les valeurs moyennes horaires, dégagées de toute perturbation, sont :

Minuit 30	1^h30	2^h30	3^h30	4^h30	5^h30	6^h30	7^h30	8^h30	9^h30	10^h30	11^h30
$64^v,1$	$60^v,6$	$58^v,7$	$54^v,5$	$50^v,5$	$53^v,6$	$56^v,0$	$67^v,2$	$64^v,2$	$78^v,0$	$80^v,1$	$80^v,4$
Midi 30	13^h30	14^h30	15^h30	16^h30	17^h30	18^h30	19^h30	20^h30	21^h30	22^h30	23^h30
$68^v,7$	$78^v,9$	$94^v,6$	$79^v,4$	$89^v,3$	$77^v,8$	$67^v,6$	$74^v,2$	$62^v,9$	$61^v,7$	$55^v,0$	$62^v,6$

L'amplitude moyenne de la variation diurne est de $44^v,1$, et la valeur moyenne du champ $68^v,4$.

Par ciel serein, la valeur moyenne du champ est de $62^v,4$; par temps couvert, cas de beaucoup le plus fréquent, elle est de $68^v,7$.

En aucune circonstance le champ électrique n'a été trouvé négatif.

Les coups de vent de NE et d'ENE, très fréquents dans cette région, et aussi remarquables par leur grande intensité que par l'élévation considérable qu'ils déterminent dans la température, augmentent notablement la valeur moyenne du champ, et exagèrent, en faisant plus que le doubler, le maximum de l'après-midi.

Les brouillards, quand ils sont persistants, doublent la valeur moyenne du champ. Les précipitations de neige, au contraire, la diminuent.

On retrouve ainsi, à la lisière du cercle polaire antarctique, le caractère de la variation diurne signalé par M. Chauveau comme représentant la loi probable de cette variation en dehors de toute influence perturbatrice, et nos résultats s'accordent sur ce point avec ceux qu'avaient obtenus MM. Lemström et Biese, Sodankylä dans le nord de la Finlande, de 1882 à 1883.

La valeur absolue du champ, volts par mètre, est nettement inférieure aux valeurs constatées dans les régions tempérées. On sait, d'autre part, que S.-A. Andrée, dans ses observations du Cap Thordsen (Spitzberg), avait trouvé par cette latitude des plus hautes (78° N), un champ très faible, d'en-

viron 8 volts. Nos résultats confirment donc l'hypothèse déjà faite d'un affaiblissement du champ terrestre à mesure que l'on se rapproche des pôles.

Nos mesures du champ électrique ont été complétées par une série de mesures de la vitesse de déperdition de l'électricité dans l'air atmosphérique, faites au moyen du dispositif imaginé par MM. Elster et Geitel.

Nous n'avons pas constaté de différence sensible entre les vitesses de dispersion des charges positives et des charges négatives.

La valeur moyenne du coefficient de Coulomb, qui représente la fraction de charge perdue par minute de temps, a été de 0,0309.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.